RECREAÇÃO
FILOSOFICA
OU
DIALOGO
Sobre a Filosofia Natural, para instrucção de pessoas curiosas, que não frequentárão as aulas.

PELO

P. THEODORO D'ALMEIDA
da Congregação do Oratorio de S. Filippe Neri e da Academia das Sciencias de Lisboa, Socio da Real Sociedade de Londres, e da de Biscaia.

Quinta impressão muito mais correcta que as precedentes.

TOMO VI.

Trata dos Ceos e do Mundo.

LISBOA,
NA REGIA OFFICINA TYPOGRAFICA.

ANNO M. DCC. XCV.

Com Licença.

INDEX
DAS MATERIAS, QUE SE tratão neste Tomo VI.

TARDE XXIX.

Dos Ceos e Astros em commum.

TARDE XXX.

Do Sol e da Lua em particular.

§. III.

TARDE XXXI.

Dos mais Planetas em particular, Cometas e Estrellas.

TARDE XXXII.

Dos Movimentos dos Astros comparados entre si.

§. IV.

TARDE XXXIII.

Da causa fysica do movimento dos Astros, e das Leis que perennemente observão.

TAR-

TARDE XXXIV.

Dos effeitos que nascem da figura e situação do Globo da Terra a respeito dos Astros.

TARDE XXXV.

Do Globo da Terra considerado em si mesmo, e da sua Atmosfera.

RE-

Carp. f.

RECREAÇÃO FILOSOFICA

REPARTIDA POR VARIAS TARDES.

TARDE XXIX.

Dos Ceos, e dos Aſtros em commum.

§. I.

Da côr, e figura do Ceo.

Silv. AMigo Eugenio, aqui me tendes depois de bem poucos dias de demora. Saudades voſſas, e da bella converſação em que nos entretivemos, me fizerão deſembaraçar com preſteza.

Eug. Igualmente obrigado vos fico pelo gosto da vossa companhia, e pelo interesse que della me resulta na continuação da nossa recreação literaria.

Theod. Não vos esperava tão cedo; mas a bom tempo viestes, porque temos á manhá hum eclipse da Lua, que eu, e mais Eugenio faziamos tenção de observar; e sentiamos a vossa ausencia.

Silv. Pois que? Já vós o tendes feito Astronomo nestes poucos dias que passárão depois que me retirei!

Theod. Não. Posto que as noites bellas, e serenas, que nos convidavão a largos passeios pelas praias até depois da meia noite, nos obrigavão a fallar muitas vezes dos Ceos, e dos seus Astros; com tudo por attenção a vós, não fallámos em cousa alguma metodicamente; só admiravamos a encantadora formosura do Palacio do Omnipotente visto pela parte de fóra. Eu via muitas vezes Eugenio quasi transportado, quando já com espirito de Filosofo hia reflectindo, e ponderando cada cousa separadamente.

Eug. Na verdade que não ha cousa, que assim me arrebate a alma, e recree suavemente a vista, como huma noite alegre e serena. Causa-me huma especie de encanto ver aquella vastissima abobada azul, cravada por toda a parte de formosissimos diamantes; ver, que sem ordem, mas com huma graça inimitavel, estão semeados, ora mais

jun-

juntos, ora mais espalhados; ver que huns mais pequenos e sumidos deixão brilhar os outros, que maiores e mais vivos estão scintillando. N'alguns he a luz clara e serena, que lá quer imitar a da Lua; n'outros hum tremor e contínuo desassocego desafia mais a nossa attenção, quando a vista mais se firma para observar a sua formosura. Já quando a Lua cheia vai sahindo do Horizonte, toda vermelha, affogueada e de huma grandeza estranha, que parece hum Sol ardendo, não se póde negar que he formosissima! Levanta-se, e como que temos hum novo e mais favoravel dia, sem nos vermos obrigados a fugir do seu calor, como nos obriga o Sol. O que mais agrada aos nossos olhos, e mais recrea o juizo, he ver o reflexo da sua luz nas aguas do Téjo. Fica hum rio de líquida prata, que brilha e resplandece como a mesma Lua; e cá pela praia, onde não he tão grande o reflexo, certas ondas dão huma dispersa luz como estrellas perdidas, que assás imitão as que resplandecem no Ceo. Confesso-vos, Silvio, que horas, e horas me demorava sentado nas janellas alta noite: humas vezes olhando para o mar, ouvindo bater as ondas na mansa arêa, e vendo andar saltando pela superficie da agua os prateados peixes, que festejavão ao seu modo a presença da Lua; outras vezes olhava para o Ceo reparando ora n'uma, ora n'outra estrella, sumindo-se humas no mar, e apparecendo a

cada passo outras novas no opposto Horizonte; compensando-me estas a pena que ás vezes me deixaváo as outras, que se escondiáo de mim. Rematava muitas vezes, dizendo cá comigo: Se a terra, que he a casa que Deos fez para os homens, ás vezes está coalhada de lindas flores, e apparecem os campos táo formosos, que muito he que seja bella e admiravel a casa que Deos fez para si?

Silv. E que será vista por dentro! quando táo bella e magestosa he vista por fóra.

Theod. E que direis vós se á formosura que podem perceber os olhos, se ajuntasse a que só o entendimento póde alcançar? Se visseis o Ceo náo só com os olhos de qualquer homem, mas com olhos de Astronomo?

Eug. Certamente que seria muito maior a minha admiraçáo; porém isso fica reservado para depois de vos ouvir a vós nesta materia, como o tendes feito nas outras.

Theod. Ora já que á manhá temos observaçóes, vamos hoje fallando nestas materias; e primeiramente tirando alguns prejuizos, ou preoccupaçóes erradas, que desde a infancia se nos insinuáo no entendimento, das quaes agora fui percebendo que tinheis algumas, quando estivestes discorrendo dos Ceos, e dos Astros. Primeiramente julgais que o Ceo he huma formosissima abobada azul, e tal náo he: que dizeis vós, Silvio?

Silv.

Silv. Eu não lhe chamarei abobada, mas globo. Já lá vai desterrada a opinião vulgar dos póvos antigos, que imaginavão que a terra era chata, e que sobre ella sentava huma abobada em redondo, que era o Ceo; tanto assim que houve Monges tão seriamente persuadidos deste erro, que tomárão os seus bordões, e começárão a peregrinação, que esperavão rematar onde o Ceo abaixasse tanto, que tocasse na terra, e se juntasse com ella.

Eug. Governavão-se meramente pelos olhos, e não discorrião, que sumindo-se o Sol todos os dias no Horizonte, e apparecendo da outra parte na manhã seguinte, era manifesto indicio que rodeava a Terra; e não podia ser o Ceo huma abobada firmada sobre a terra, assim como nos relogios de algibeira se firma o vidro sobre o espelho ou mostrador. Eu não digo que he abobada nesse sentido, senão hum globo azul, que á roda do globo da Terra se revolve todos os dias.

Theod. Ahi mesmo está o engano; porque o Ceo não he globo, nem he azul. Silvio admira-se: ora vamos discorrendo. Primeiramente se o Ceo fosse azul, toda a luz que nós vissemos a través delle nos pareceria azul: e assim como vendo o Sol por hum vidro vermelho, o vemos avermelhado; tambem vendo-o a través do Ceo da Lua, que fica muito mais abaixo, se este Ceo fosse azul, o veriamos azulado; como tam-

bem

bem os demais astros, que ficão assima do Sol. Se disserem que só o ultimo Ceo, onde imaginão engastadas as estrellas fixas, he azul, tomára que me dissessem como se póde ver essa cór tão viva em semelhante distancia? quando nós sabemos que innumeraveis estrellas, as quaes verdadeiramente são como huns sóes, por estarem tão distantes, absolutamente se não percebem se não com grandes Telescopios. Se vós na banda-d'além não pudesseis perceber huma grande fogueira, por já estar mui distante, como havieis de perceber distinctamente hum cobertor azul, de sorte que não entrasseis em dúvida que era azul? As serras de Cintra, e d'Arrabida, muitas vezes estão todas revestidas de verde; e com tudo quando se vem de grandissima distancia não se lhes percebe cor distincta, nem viva, mas só huma côr parda e escura. Eugenio, haveis de saber, que este espaço dos Ceos a respeito da nossa vista, he immenso, e não tem proporção alguma; de sorte, que se não fosse a luz do Sol, e dos mais astros, que sempre o allumião, para nós seria totalmente negro esse espaço, assim como o he huma casa ás escuras: como porém sempre este espaço está allumiado com a luz dos astros, que ou girão sobre a nossa cabeça, ou andão por baixo do Horizonte, e por outra parte a luz de si he branca; derrama-se esta luz fraca sobre o chão negro, e fica hum azul celes-

leste; assim como os Pintores quando misturão tinta branca com a preta lhes fica huma côr cinzenta. D'aqui procede, que de noite quando o espaço mais vizinho aos nossos olhos está com huma luz mais fraca, qual he a das estrellas, parece a côr do Ceo azul escuro, e inclinando para azul ferrete; porém á proporção que pela madrugada se vem allumiando o ar com maior porção de luz, fica o azul mais claro.

Eug. E porque razão he o azul do Ceo de inverno mais vivo, que de verão, quando os dias de inverno são claros, e os de verão calmosos?

Theod. De inverno, quando temos hum dia claro, tem o Ceo huma côr muito linda, e mais viva que nos dias de grande calma; porque a calma faz levantar muitos vapores grossos da terra, os quaes não deixando o ar puro, tem os raios da luz mais particulas, em que possão reflectir para os nossos olhos, e fica o Ceo mais claro; porém depois de largas chuvas, tem o ar mui poucos vapores: porque de huns se formou a chuva que cahio, e outros trouxe comsigo a chuva para baixo, encontrando-os no caminho. Por quanto huma pinga de agua cahindo, traz comsigo os vapores, que estavão no espaço por onde passou, assim como leva comsigo o pó, que encontra, quando corre por sima de hum bofete que tinha poeira. E deste modo como o ar tem poucos vapores, reflecte

me-

menos a luz, e apparece mais o chão preto dos espaços immensos, que chamamos Ceos.

Silv. Pois duvidais que haja Ceo? Isso he de Fé.

Theod. Accommodai-vos, Silvio: ninguem duvída que haja Ceo; o que digo he, que esse espaço immenso, que se estende para toda a parte que olhamos, he que nós chamamos Ceos. Vós haveis de dizer, que o Ceo he hum corpo solido, e como crystallino: logo fallaremos nisso. Mas indo agora a concluir o que eu dizia: já vedes, Eugenio, como o Ceo, sem ser azul, póde parecer azul; porque a luz, que dá nas particulas do ar, e vapores que ficão defronte dos olhos, parte passa adiante, e parte reflecte para os olhos; e só esta, que reflecte para nós, he que póde ser sensivel; e percebe-se porque assenta sobre hum fundo escurissimo, do qual não vem luz nenhuma: por quanto só dos astros he que vem a luz; e do espaço que medeia entre nós e as estrellas, nenhuma luz póde vir. He logo o Ceo, quanto he de si, invisivel, e por isso não tem cór nenhuma; ou a ter alguma, havia de ser negra: assim como se n'uma parede branca está hum buraco, ou janella aberta, visto de longe esse espaço parece negro, porque não se vê nada que corresponda a este lugar.

Silv. Ahi tendes vós, que o vosso discurso he falso manifestamente: conforme a elle

ha-

havia de apparecer azul esse espaço da janella, e vós vedes que he negro: logo nós deviamos de ver o Ceo negro, não obstante a luz que banha o ar intermedio, se elle de si não tivesse côr alguma.

Theod. Argumentais mui bem; porém a razão de não nos parecer azul o vão da janella, e parecer azul o Ceo, vem a ser; porque á roda da janella ha corpos que reflectem luz; e esta luz forte, que reflecte de toda a parte, deixa totalmente imperceptivel o reflexo, que nas poucas particulas do ar intermedio póde fazer a luz, que por elle se derrama: o que não succede olhando para o Ceo; porque além de ser a distancia muito grande, de sorte que no ar intermedio póde reflectir luz que seja sensivel aos olhos, não está este espaço invisivel cercado de luz forte; antes no meio de espaços immensos invisiveis apparecem espalhadas as estrellas, que sempre o illuminão com a sua pouca luz.

Eug. Já advirto na differença. Como a luz, que converte o negro em azul, he a luz que se espalha pelo ar, e que delle reflecte para os olhos, quando a distancia he pequena, não póde ser sensivel a reflexão feita nas particulas do ar; porém olhando para o Ceo, dessa immensidade de particulas de ar, que os raios da luz encontrão, grande parte reflectirão os raios para baixo, e nos farão visivel esse espaço: e como essa luz he clara, e mui espalhada sobre hum

fun-

fundo negro, bem percebo como faz huma côr azul.

Theod. Accrescentai agora, que se essa luz que nos vem do ar for pura, como se misstura com o fundo negro do Ceo invisivel faz hum azul; porém se por qualquer refracção for córada, dessa mesma côr apparecerá tinto o Ceo: sempre porém será mui fraca, e (como se explicão os Pintores) esfumada, porque não he luz que reflicta de hum corpo continuado e opaco, mas que vem mui espalhada, deixando pelo meio muitos vãos. Eis-aqui tendes a razão de huma observação, que eu tenho feito; e algumas pessoas a quem a tenho communicado me certificão que não he illusão dos meus olhos. Nos dias claros, estando o Ceo limpo, depois de posto o Sol, observo no Ceo as sete cores principaes pela sua ordem. No Horizonte huma côr vermelha, que degenera logo em côr de ouro e amarella, e estas duas são mui sensiveis; seguese hum verde mar, que ás vezes he mui visivel; e perguntando-o a muitas pessoas, não só intelligentes, mas tambem ignorantes, que como taes se fião mais que as outras nos seus olhos, confessão que he verde; e se percebe melhor quando algum outeiro encobre as cores vermelha e amarella mais fortes, e proximas ao Horizonte. Pelo restante do Ceo está o azul, e para a parte do Nascente ás vezes se vê mui claramente hum gredeleim e roxo bem agradaveis.

Po-

Porém quanto mais fracas são as cores, mais difficultosamente se póde perceber a sua reflexão nas particulas do ar. Cheguemos á janella que são horas opportunas, e verei se percebeis estas cores. Os Pintores que sabem quantas entrão na composição das cores mistas, e sabem distinguir com os olhos nas pinturas as cores simplices que ahi mettêrão, e que o vulgo confunde, estes tambem percebem mais facilmente do que os outros estas cores no Ceo.

Silv. Eu sem ser Pintor, mui bem vejo no Horizonte humas bellas faxas, vermelha, e côr de ouro, e me parece que distinguo outra faxa verde muito mais larga.

Eug. Por sima daquelle monte, a primeira côr que se vê no Ceo, he esverdeada; e agora reparo eu que corre horizontalmente essa mesma côr, sendo cada vez mais fraca.

Theod. Pois ahi tendes o que eu digo. Voltemos agora á varanda que descobre o Nascente a ver se percebeis o roxo....

Eug. Percebo, e bem se conhece que a côr do Ceo ahi não he azul meramente, mas tirando para roxo; porém o gredeleim não o percebo.

Theod. Nem eu; porém essa côr como tem muita semelhança com a roxa, assim como a côr de ouro com a amarella, confundese; e digo eu que a haverá levado da conjectura, supposto verem-se todas as outras seis cores primitivas.

Silv.

Silv. E que razão dais vós destas diversas cores?

Theod. A terra he hum globo, e rodeado de ar até certa altura por toda a parte; e por isso tambem faz toda esta máquina de terra e ar em redondo huma certa fórma de globo; e como o ar he hum líquido diafano, faz á luz o mesmo effeito que huma bóla de vidro cheia de agua; a qual, como já vos expliquei, quebra a luz que nella entra obliquamente. Portanto, depois que o Sol se escondeo, os raios que entrão na região do ar, a que chamão *atmosfera*, começão a quebrar para baixo, isto he, para dentro do globo; e quebrando a luz, já sabeis que se hão de separar as cores que a compõem, pois como vos expliquei (1), fallando das cores; a côr verde quebra mais que a amarella, e esta mais que a vermelha. Isto supposto, para me virem do Horizonte da parte do Poente varios raios de luz corada ou separada, he preciso que me venha com mui pouca refracção, e quasi direito aos olhos aquelle raio vermelho, que compõe a luz, que entra bem pelo Horizonte; e que venha o raio amarello da luz que entra mais por sima: porque como ha de quebrar mais que o vermelho, póde vir mais de sima. O raio verde que compõe a luz, he o que vem mais por sima, compensando-se com a maior refracção do raio verde a sua maior altura. Eu vos

(1) Tom. II. Tarde VI. §. III.

vos faço aqui hum desenho com o lapis (*Estamp.* 1. *fig.* 1.); porém para evitar a confusão, fallo só do vermelho, e amarello, por quanto o que disser destes dous, digo de todos por sua ordem. Supponhamos que do lugar onde está a letra S vem dous raios do Sol, quasi horizontaes; o inferior *a a* tanto que entra no globo da região do ar (cuja porção aqui descrevo com pontinhos *i e a o*) como entra obliquamente, deve quebrar; e como o raio vermelho, que nesse raio da luz se encerra, quebra menos que o amarello, vem para *u*, e o amarello para *m*: da mesma fórma o raio de luz superior *e e*, tanto que chega ao ar quebra, e separão-se os raios que o compõem; o vermelho quebra menos, e vai para *f*, e o amarello quebra mais, e vem para *u*. Aqui vedes que o homem que recebe o raio amarello de sima, verá essa parte do Ceo como amarella; e recebendo o raio de luz vermelho que vem mais debaixo, julgará vermelha essa parte do Ceo; e pela mesma razão julgará verde a outra mais superior; e assim do restante. Advirto porém que esta refracção he mui torta, (deixai-me explicar assim) porque o ar cada vez he mais denso, conforme se chega mais á terra; e assim sempre os raios vem quebrando, e fazem humas linhas mui curvas, especialmente os que são mais refrangiveis; e por esta razão os roxos nos vem apparecer cá da parte opposta ao Occidente; e

Est. 1. fig. 1.

aqui

aqui sempre ha sua reflexão nas particulas do ar.

Silv. Supposto o que nos dissestes n'outro tempo, tudo isso que se observa he huma consequencia necessaria da doutrina então dada.

Theod. Falta agora dar a Eugenio a razão porque o Ceo parece redondo, e como huma abobada, sendo elle hum espaço invisivel. Quando nós voltando os olhos em redondo vemos hum corpo igualmente distante de nós por toda a parte, devemos crer que faz huma como abobada, ou para dizer melhor meia esfera concava; e que nós estamos no centro della.

Eug. Sem dúvida.

Theod. Ora como o Ceo, sendo verdadeiramente invisivel, se reveste desta côr que se fórma no ar, sendo tambem esta côr igual por toda a parte em redondo, não nos póde representar o Ceo mais distante n'umas partes do que em outras; e assim deve representallo como meia esfera concava, e que nós lhe ficamos no centro. Nem vos faça embaraço ser ás vezes o Ceo mais claro de huma parte que da outra; porque a larga experiencia nos ensina que isso he accidental por causa da vizinhança do Sol, e que poucas horas antes ou depois fica igual na côr; e então he que nos confirmamos que elle he redondo, como a vulgar observação nos persuade.

Silv. Não he só vulgar observação. Muitos

bons

bons Astronomos dizem que o Ceo são humas esferas solidas, e crystallinas, humas menores dentro de outras maiores. Sempre assim mo ensinárão meus Mestres, e citavão Astronomos da primeira classe.

§. II.

Da Natureza dos Ceos.

Theod. AGora discutiremos esse ponto: eu confesso que muitos Astronomos assim o disserão; porém já hoje ninguem tal diz; porque sempre cede á razão e experiencia toda a humana authoridade. Os Ceos, Eugenio, não são solidos e crystallinos, como dizião antigamente muitos Astronomos. A razão que os fez voltar desta opinião, he porque observárão que os Astros se movião pelo Ceo, e se hoje estavão em hum lugar, á manhá estavão em outro: eu fallo dos Planetas. Para o que haveis de saber, que dos córpos Celestes fazem os Astronomos duas classes: huma he a das Estrellas fixas, outra a das errantes ou Planetas; as Estrellas fixas chamão-se assim, porque não mudão sensivelmente o lugar do Ceo em que apparecem; as errantes, ou os Planetas, mudão do lugar. Olhai para o Ceo: vedes aquella brilhante Estrella que está levantada do Horizonte para a parte do Poente?

Eug.

Eug. Vejo, e he formosissima: creio que vós já me dissestes que se chamava Venus, que era fiel companheira do Sol: os Camponezes chamão-lhe a Estrella da tarde.

Theod. Essa he. Pois ahi tendes hum Planeta; as demais que d'aqui se vem nessa parte do Ceo, que descubrimos pela janella, todas são fixas.

Eug. Mas eu vejo, que d'aqui a pouco já muitas dellas terão desapparecido, e todas vão correndo para o Horizonte, como Venus.

Theod. Assim he; porém observareis que cada huma dellas quando se põe, sempre se some pela mesma parte do Horizonte. Aquella que vai junto da Torre de Belém a buscar o mar, sempre a vereis sumir no Horizonte por aquella mesma parte; porém Venus não he assim, se hoje se mette no Horizonte por aquella parte, á manhã se esconderá mais para cá, e o outro dia ainda mais; e tanto muda de lugar, que humas vezes vai atrás do Sol, como agora vedes; outras porém vai adiante delle, para nascer pela manhã tambem antes do Sol; por quanto esta mesma he a que chamão Estrella d Alva; ora isto nunca vós vereis nas Estrellas que chamão fixas.

Eug. Já percebo a differença: continuai.

Theod. Se os Ceos fossem solidos, e os Astros estivessem nelles engastados, como os diamantes nas jojas, não poderião mudar de lugar, nem mover-se. E nós sabemos de

cer-

certo que todos os Planetas, e Eſtrellas ſe movem pelo Ceo: iſto he, além do movimento commum a todos os Aſtros do Oriente para o Poente, cada hum delles vai andando lá pelo Ceo, mudando de lugar; de ſorte que dentro de determinado tempo teráõ dado huma volta inteira.

Silv. Como quando Deos formou os Aſtros, e os Ceos, já lhes tinha regulado eſſe movimento, que difficuldade ha em dizer que eſtão abertos huns como canaes e caminhos, pelos quaes ſe vão movendo; e como os Ceos são cryſtallinos, deixão ver os Planetas, que lá por dentro ſe movem?

Theod. Muitos ſe quizerão livrar deſta difficuldade por eſſe caminho, porém não póde ſer; porque o movimento dos Planetas he mui irregular, ainda que ſempre guarda determinadas leis; porém como ſe varião as circumſtancias, tambem para obedecerem a certas leis inviolaveis, varião o movimento: humas vezes deſcem mais, outras ſobem. Marte, que he hum Planeta, humas vezes eſtá mais perto de nós do que o Sol, outras anda muito mais alto; e aſſim, ſe o Sol tem ſeu proprio Ceo ſolido, e ſeu canal por onde ſe move, Marte não o poderá atraveſſar e paſſar para baixo, nem d'ahi voltar para ſima.

Silv. Tambem no Ceo do Sol haverá paſſagem para Marte além da que ha propria para o Sol.

Theod. Não póde ſer; porque Marte quan-

do atravessa o Ceo do Sol, não he sempre no mesmo lugar: antes talvez que depois que o mundo he mundo, nunca o atravessasse segunda vez por onde passou a primeira; só se este Ceo estivesse todo esburacado, lhe poderia dar prompta passagem; e sempre se arriscava a topar alguma vez nas partes solidas: que seria galante fracaço. Demais que os Cometas (que são outro genero de Planetas, como vos direi em seu lugar) ainda que tem o seu movimento regular e periodico, a respeito dos mais astros he mui irregular. Muitos vem de huma altura incomparavelmente maior que a do mais alto Planeta, e atravessão todos os Ceos, e vem passar abaixo do Sol; e como poderião vir, e tornar-se a ir, e depois a certos tempos voltar, sendo os Ceos solidos, por mais esburacados que estivessem? Além de que, a luz dos Planetas superiores passando através desses Ceos esburacados, padeceria mil refracções, e mostraria suas cores, o que he falso.

Eug. Não concorda com a Sabedoria de Deos obra tão rota, como me parece que serião esses Ceos com tantos buracos.

Silv. Esta opinião que defendo he fundada na Escritura, que chama *Firmamento* ao Ceo; e o mesmo nome *Firmamento* denota natureza firme e constante: e demais que esta he a opinião dos Santos Padres; e assim he preciso para que o Firmamento separe as aguas, que estão lá em sima das

aguas

aguas cá debaixo, conforme o que diz a Escritura.

Theod. Náo duvido que a palavra *Firmamento* parcça denotar cousa firme; porém náo só a razáo, mas tambem a authoridade nos persuadem, que náo usa della a Escritura Santa nesse sentido. O Douto Natal Alexandre (1) adverte bem que a palavra Hebrea, que na Vulgata se traduz *Firmamento*, significa na opiniáo de Varóes peritos *extensão*; e que bellamente se diz dos Ceos fluidos. Além de que, o insigne Petavio quer que, conforme ao sentido da Divina Escritura, o mesmo que se diz *Ceo* e *Firmamento* seja toda esta regiáo do ar, e as superiores; porque só assim se póde dar sentido verdadeiro a algumas frases da Escritura: como quando diz *as aves do Ceo*, sendo certissimo que os passaros náo passáo desta regiáo do ar: tambem se diz que Deos *cobre o Ceo com as nuvens*, e estas náo passáo da regiáo do ar: que *o Ceo está triste ou rubicundo*, e isto náo se póde dizer senáo da atmosfera da Terra, ou da regiáo do ar: e assim Moysés escrevendo a historia da creaçáo do mundo, chama Ceo a todo este espaço, usando das palavras no sentido commum e plebeo (2). Ora S. Jeronymo favorece esta opiniáo (3). E

(1) Hist. Eccl. Tom. I. Differt. 1. a. 3. ad prop. 1.

(2) Lib. 1. de Opif. sex. dier. cap. 1. n. 7.

(3) Ep. 83.

Santo Agostinho (1) refere huma opinião, a qual diz que esta região do ar, que medea entre as aguas formadas em nuvens, e as aguas do mar e das fontes que estão na face da Terra, he o Ceo ou Firmamento que a Escritura diz que separa as aguas de aguas; e depois de a referir, confessa que he digníssima de louvor, que não tem nada contra a Fé, e que se póde seguir. Esta he a opinião que eu sigo, e que se conforma com a boa Filosofia. Se lá em sima estivessem aguas, em estado de gravidade semelhante á do mar, preciso era Ceo solido para as sustentar; porém as aguas superiores, que Deos separou destas inferiores, são da mesma natureza, mas n'outro estado; e vem a ser as nuvens que nadão nesta região do ar, á qual se chama Ceo, segundo o sentido das frases da Escritura. Não nego que muitos Santos Padres seguírão a opinião dos Ceos solidos; porém outros são da opinião dos Ceos fluidos, como S. Basilio, S. Gregorio Nisseno, Santo Anselmo, o Veneravel Beda, Ruperto, Procopio, &c. cujas palavras expressas achareis juntas no Fortunato de Brixia (2).

Silv. Não me posso accommodar com isso; porque eu leio no livro de Job, se me não engano (pois eu não vinha preparado para isto) que os Ceos são solidissimos, como se fos-

(1) Lib. 2. sup. Genes. n. 7. aliàs cap. 4.
(2) Tom. III. n. 32. 48.

fossem fundidos de bronze (1). Vede se póde haver expressão mais forte.

Theod. E quem disse isso? A quem se attribuem essas palavras na historia de Job?

Silv. Não me lembro; porém são palavras santas todas inspiradas pelo Espirito Santo.

Theod. E tambem são inspiradas pelo Espirito Santo aquellas palavras do Psalmo *Non est Deus*? Não ha Deos?

Silv. Essas não; porque se põem na bocca dos impios, e diz o Psalmo que o impio dissera no seu coração: *Não ha Deos.*

Theod. Pois tambem quem disse que os Ceos erão solidissimos, como fundidos de bronze, foi Eliu, hum dos amigos de Job, que não consta que fosse nem grande Astronomo, nem inspirado por Deos: Nem sahio desta conferencia de Job com grandes informações; pois a Job perguntou Deos: Quem he este, que está dizendo desacertos (2)? Portanto, Eugenio, hoje a opinião communissima entre todos os Astronomos he, que os Ceos são fluidos. A difficuldade só he se estão totalmente cheios de materia, que não deixe alguns vacuos, ou totalmente vasios. Mas dizei-me se estais persuadido de que são fluidos, antes que passemos adiante.

§. III.

(1) *Qui solidissimi quasi ære fusi sunt.* Job 37. 18.

(2) *Quis est iste involvens sententias sermonibus imperitis?* Job 38. 2.

§. III.

Dos Vortices, ou Turbilhões de Des-Cartes.

Eug. JA' vos disse que tenho percebido estas razões, e que me convencem: prosegui.

Theod. Des-Cartes, aquelle grande e incomparavel homem no seu Seculo, que com a belleza de suas idéas quasi arrastrou em seu seguimento meio mundo literario; porque os tempos o não ajudárão, nem teve a abundancia de Instrumentos, e multiplicidade de observações que depois se fizerão, não pode dar-lhes a firmeza e estabilidade precisa para se conservarem na mesma estimação. Tem descahido consideravelmente; mas como nós não guardamos respeito a ninguem, mais que á Verdade, onde quer que apparece, se a chegamos a conhecer, a abraçamos, voltando as costas a tudo o mais. Este grande Filosofo julgava que os espaços do Ceo estavão cheios de huma materia subtilissima, a qual em hum perpetuo *Vortice*, ou Redemoinho, ou *Turbilhão* (que tudo isto quer dizer o mesmo) se movia desde a formação do mundo. Punha que o Sol era o centro do nosso Vortice; e que á roda do Sol andavão os Planetas, entre os quaes con-

contava tambem a nossa Terra como hum Planeta semelhante aos outros. A causa do movimento dos Planetas era o mesmo Vortice que os arrebatava comsigo; e como quanto mais a materia distava do Sol, maior era o seu giro, forçosamente havia de gastar mais tempo em dar huma volta; e esta era a razão, por que os Planetas quanto mais distavão do Sol, tanto mais tempo gastavão em dar huma volta á roda delle. Mercurio que he o primeiro, gasta quasi tres mezes; Venus que he o segundo, oito mezes; a Terra que he o terceiro Planeta no seu systema, gasta doze mezes, ou hum anno em dar huma volta á roda do Sol. Marte que he o quarto Planeta, gasta perto de dous annos; Jupiter que he o quinto, gasta perto de doze annos; e Saturno que he o ultimo, não dá a sua volta senão em quasi trinta annos. Este systema hoje he desamparado dos melhores, e eis-aqui o fundamento. Já hoje está assentado como cousa certa, que os Cometas são huns Planetas como os outros, creados desde o principio do mundo, e que ora apparecem, ora desapparecem, porque humas vezes ficão mais pertos de nós, e podemos vellos, outras ficão tão longe que nos fogem da vista; e esta he a differença que tem dos demais Planetas, os quaes nunca se affastão tanto de nós que nos escapem da vista. Isto supposto: se no espaço dos Ceos tudo está cheio (conforme o systema de Des-

Cartes)

Cartes) tambem os Cometas em qualquer parte da sua carreira hão de nadar em algum fluido ; e esta corrente que os arrebata e traz comsigo , deve ter a mesma direcção que trazem os Cometas. Ora sendo isto assim , quando os Cometas atravessarem as orbitas dos Planetas (*Orbita*, Eugenio , quer dizer , a linha que o Planeta fórma quando dá hum giro inteiro) alguma grande desordem ha de succeder nos Ceos ; porque os Cometas lá de huma altura muito maior que a de Saturno , vem algumas vezes quasi direitos ao Sol ; e sendo cada huma destas torrentes de materia em si densissima , encontrando-se torrente com torrente , se perturbarião ; ou pelo menos a torrente ou Vortice que traz o Cometa encontrando o Planeta lhe faria mudar o caminho , ou pelo contrario seria obrigado o Cometa a mudar o caminho quando entrasse no Vortice de Jupiter , como no de outro qualquer Planeta. Ponhamos exemplo : Nós vemos que hum barco quando vai levado pela corrente , se acontece que de ilharga passa pelo desembocadouro de algum rio , ha de ter mudança na sua direcção. O mesmo digo dos Astros levados pelas torrentes de materia fluida que admitte Des-Cartes.

Eug. Forçosamente ; porque com a mesma razão com que o Vortice de Jupiter v. g. arrebata a Jupiter , arrebatará qualquer Co-

me-

meta que ahi se achar, se elles são como dizeis da mesma natureza.

Theod. Por esta razão se desampara este systema, posto que engenhoso. Isto que tenho dito pertence ao nosso Vortice ou Turbilhão, cujo centro he o Sol; porém cada huma das Estrellas no systema de Des-Cartes se póde reputar por outro Sol, que seja centro de seu differente Vortice, e á roda dellas andaráõ tambem alguns Planetas, como andão cá no nosso Vortice á roda do Sol.

Eug. E porque se não havião de ver esses Planetas, no caso que os houvesse, e andassem á roda das Estrellas?

Theod. Bastava a distancia para se não verem. Percebeis vós a differença que vai na grandeza, e na luz do nosso Sol aos nossos Planetas?

Eug. E como posso deixar de percebella, sendo tão sensivel?

Theod. E não vos admirais de que se perceba cá da Terra o Sol, por modo mui diverso do que os seus Planetas que o rodeão? Assim deve succeder aos outros Sóes com os seus Planetas. A distancia em que estão de nós he tão grande, que sendo huns corpos luminosos, e immensos, talvez maiores que o nosso Sol, de cá parecem tão pequeninos: e como quereis vós ver os Planetas que as rodeão, devendo ser tanto mais pequenos do que as Estrellas, quanto os nossos Planetas são menores que o Sol?

Eug.

Eug. Ao menos com grandes oculos não poderião ver-se?

Theod. Os maiores Telescopios, com que se conhecem mui bem as nodoas e manchas de Jupiter, as sombras de Saturno, &c. quando se voltão para as Estrellas, nada augmentão da sua apparente grandeza; só apparecem como huns pontinhos de luz mui brilhantes: em seu lugar vos darei a razão disto.

Eug. E que me dizeis vós sobre esses Planetas? Havemos de dizer que os ha, ou não?

Theod. Não póde haver fundamento para dizer que sim, nem para se dizer que não: como lá não chegão Telescopios, tudo quanto se diz, he a adivinhar. Deixando pois esse ponto, e considerando (como na realidade assim he) que cada Estrella he como hum Sol, e que só pela distancia immensa em que estão he que nos parecem tão pequenas; e sendo tantas as Estrellas conhecidas, e tantas mais as que não chegamos a ver sem Telescopios; sendo a distancia entre humas e outras tão grande que se percebe bem cá de tão longe, quando apenas cada huma das Estrellas se deixa perceber, vede quão grande he esse espaço dos Ceos! que grande o Poder de Deos! e que immensa essa Máquina maravilhosa que estamos admirando com os olhos! Cada vez ireis formando maior conceito da Grandeza de Deos, e do seu Poder, quanto mais for-

des conhecendo as maravilhas que neſſes Ceos, que vemos eſtão patentes ao entendimento, poſto que eſcondidas em parte aos noſſos olhos. Vamos agora á opinião de Newton, que he bem oppoſta á de Renato; porque Des-Cartes quer que tudo eſteja cheio, e Newton teima que tudo eſtá vaſio: e o caſo he que eſte tem muita mais razão.

§. IV.

Do Vacuo Newtoniano ao eſpaço dos Ceos.

Silv. POis que! temos hum Vacuo immenſo deſde nós até ás Eſtrellas! Ora iſſo he tão grande impoſſivel como o meſmo eſpaço que chamais vaſio, que não póde ſer maior. Mas eu para que me altero? Diſcorrei como muito quizerdes.

Theod. Vós, Silvio, como creado na eſcola Peripatetica, tendes hum tal horror a eſta palavra *Vacuo*, ou *Vaſio*, que vos aſſuſtais em a ouvindo. Não ſejais tão aſſuſtado: eu não digo, que todo eſte eſpaço que vai de nós até ás Eſtrellas, eſtá vaſio; mas pouco menos. Não poſſo dizer que eſtá totalmente vaſio, porque o vejo cheio de luz: e ſei que a luz he corpo, conforme ao que já vos diſſe, quando tratei della e dos ſeus effeitos: ou ſeja a materia ſubtil de Des-Cartes, ou puro fogo, como diz Newton, ſem-

ſempre he corpo, e tem as propriedades do corpo, pois reflecte ſegundo todas as leis do movimento dos mais corpos. Porém eſta materia he ſubtiliſſima, e rariſſima; de ſorte que he incrivelmente maior o eſpaço totalmente vaſio, do que o eſpaço que occupa a materia. Eu por ora não attendo ao Ar, porque naturalmente ſe não eſtende ſenão a algumas poucas leguas ſobre a ſuperficie da terra em redondo; e comparando eſſe eſpaço com o immenſo, que vai até ás Eſtrellas, he como ſe foſſe nada. Mas ſe diſſerem que o ar ſe eſtende a muito maior altura, como nós ſabemos quanto péza huma columna de ar inteira, conhecemos que neceſſariamente ha de ſer tão raro por comparação ao ar que reſpiramos, que poſſa delle dizer-ſe o meſmo que dizemos da materia da luz.

Silv. E que fundamento ha para dizer iſſo?

Theod. Tão fortes, que ſe eu pudera, havia de dizer que todo o eſpaço que ſe eſtende deſde a região do ar até as Eſtrellas, era totalmente vaſio. O Grande Des-Cartes tinha penſamento totalmente opposto, porque dizia que eſtava totalmente cheio; e na ſua doutrina, eſpaço vaſio era huma couſa totalmenre impoſſivel, como o ſer, e não ſer.

Silv. Dizia mui bem. A eu ſer Moderno, ſó Carteziano ſeria: e porque não o ſeguis niſſo, ſe elle he Moderno, e hum tão grande homem como todos dizem?

Theod.

Theod. Porque eu náo ſigo o homem por grande que elle ſeja, ſigo a razáo do homem. Ora ouvi os fundamentos, pelos quaes os Filoſofos de melhor nota todos deſampararáo a Des-Cartes. Suppondo nós hum eſpaço totalmente cheio de materia, ſem que haja algum vaſio, por minimo que ſeja, parece totalmente impoſſivel que por eſſe eſpaço ſe poſſa mover livremente algum corpo, por mais ſubtil e fluida que ſe conſidere a materia de que ſe ſuppóe cheio eſſe eſpaço: cada particula deſſas minimas deve ter ſua figura determinada; e como ſe ſuppóe minima, iſto he, que náo conſta de outras partes, deve crer-ſe que náo póde mudar de figura: pois a mudança da figura parece que ſuppóe diverſa ſituaçáo e movimento das partes de que ſe compóem a particula. Iſto náo digo eu que ſeja evidente, mas parece-me que ſe caſa com a razáo.

Silv. Sim: até ahi náo duvido eu conceder.

Theod. Sendo logo eſſas particulas minimas duras e inflexiveis, pois tendo determinada figura, como concedeis, a náo podem mudar, náo podiáo conſentir que algum corpo ſe moveſſe por entre ellas livremente para huma e outra parte, ſem que ellas, para lhe darem lugar, deixaſſem ás vezes entre humas e outras ſeus pequenos vaſios; e como eſpaço vaſio he impoſſivel na opiniáo de Des-Cartes, vem tambem a ſer impoſſi-

ſi-

ſivel o movimento de qualquer corpo por meio deſſe fluido.

Silv. Tão lizas podião ſer as partes minimas, e tal figura terião, que pudeſſem ir eſcorregando humas por entre as outras, impellidas pelo corpo que ſe movia, e vindo atrás delle immediatamente outras tantas particulas a occupar o eſpaço que havia de deixar pelas coſtas: do meſmo modo que ſuccede n'uma bola, quando ſe move pela agua.

Theod. Iſſo quando muito dá lugar ao movimento recto, ou perfeitamente circular; mas ſe o corpo no meio da linha quizeſſe torcer para qualquer parte, ahi o tinhamos embaraçado. Eu vos ponho iſto, Eugenio, bem perceptivel. Eſſas particulas, por pequenas que ſejão, ſempre hão de ter alguma proporção com o corpo, que ſe move; v. g. ſupponhamos que são oitocentos mil milhões de milhões de vezes mais pequenas, ou ſupponde lá o número que quizerdes. Se nós, conſervada a ſua figura, e inflexibilidade, as ſuppuzermos augmentadas á proporção, tanto as particulas, como o corpo, de ſorte que cada particula tenha hum palmo de comprido, e o corpo movel grandeza correſpondente; neſte caſo, dizeime, poderá o corpo mover-ſe livremente por entre ellas, para huma ou outra parte, e por qualquer linha, ſem que haja algum vão pequeno?

Eug. Não certamente.

Theod. Quero que responda, Silvio.

Silv. Tambem me parece que não; porém isso he mera supposição.

Theod. De vagar. Se esse corpo grande não poderia mover-se por entre essas particulas que fingimos, sem que ellas movendo-se para lhe darem franca passagem, deixassem algum vão de tres ou quatro dedos por exemplo; tambem considerando que essas particulas, e o corpo diminuião na grandeza á proporção, até metade do que tinhão, se conservassem a mesma figura e dureza, não poderião dar passagem ao corpo sem deixarem entre si algum vão de dedo e meio, ou dous dedos. Não he assim?

Silv. Assim parece.

Theod. Ora vamos pouco a pouco diminuindo o tamanho dessas particulas e do corpo, até chegarmos ao tamanho verdadeiro que agora tem. Como a figura he a mesma, e a mesma a inflexibilidade, tambem não poderão dar passagem franca ao corpo, sem que fique aqui hum vão, acolá outro, porém muito mais pequeninos, á proporção da grandeza das particulas.

Silv. Tão pequenos serão, que absolutamente não possão considerar-se, nem devão attender-se.

Theod. Esperai: quando fallamos se huma cousa absolutamente he impossivel, importa bem pouco que seja pequena; se me concedeis que he possivel huma Quimera de hum

de-

dedo, eu vos farei possivel huma do tamanho do mesmo Sol. Além de que, se vós julgais digna de attenção qualquer minima particula para dizerdes que todo o espaço está absolutamente cheio, porque não attendereis ao vasio minimo que deixa essa mesma particula, para dizer que verdadeiramente o espaço não está todo cheio?

Silv. Pois direi que cada particula, ainda das que se considerão minimas, são flexiveis, e podem mudar de figura.

Theod. Eu quero agora disfarçar esse ponto, e não quero averiguar se isso póde ser ou não. Supponhamos que póde ser; não podeis negar que quanto mais pequeno he hum corpo, mais duro he á proporção, e menos flexivel: essa bengala que trazeis, se a quizerdes quebrar aqui no joelho, podereis; se depois cada huma das metades a quizerdes quebrar do mesmo modo, muito mais vos ha de custar; e ultimamente sendo do tamanho de hum palmo, certamente não podereis quebrar no joelho essa parte que restar.

Silv. Tudo assim he.

Theod. Logo se para o corpo passar por esse fluido necessita de fazer mudar de figura as particulas minimas, para que não fique vasio algum ainda minimo, forçosamente, sendo innumeraveis as particulas que se movem, e que se hão de amassar humas com as outras; e por outra parte sendo a rijeza e inflexibilidade de cada huma dellas á

pro-

proporção da sua pequenhez, segue-se que para o corpo movel dar qualquer passo havia de padecer innumeraveis, e grandissimas resistencias, pois que obrigava a que mudassem de figura as innumeraveis particulas minimas do espaço por onde passava. E como póde isto ser verdade, senão concorda com a experiencia, tanto na Terra, como nos Ceos? Nós vemos que hum pendulo continúa o seu movimento por tempo mui longo, e que os Astros perseverão desde o principio do mundo com o seu movimento, sem que se extingua, nem sensivelmente se retarde; e isto ainda atravessando huns o caminho dos outros, como fazem os Cometas. He logo absolutamente impossivel este *cheio* de Des-Cartes; e deve-se perder o horror ao *vacuo*, ou *vasio* de Newton. Deixai-me usar para Eugenio de huma comparação sensivel, que estes são os melhores calculos para quem não tem a instrucção mathematica, que se requer para estudos fundamentaes sobre esta materia.

Silv. Até para esses servem as comparações, que dão admiravel luz a qualquer materia.

Theod. Bem facil de dividir he a arèa fina, que nos serve para seccar a escrita: ora enchei huma caixa desta arêa, e calcai-a bem, de sorte que, se puder ser, não fique vão nenhum, nem ainda minimo: tapai a caixa por sima, e mui bem pregada, para não

poder a arèa ficar fofa. Dizei-me : Poderá lá por dentro da caixa mover-se com liberdade algum corpo sensivel como v. g. huma nóz?

Silv. Julgo que não: se ella está entalada!

Theod. Pois esse o caso em que estamos. Se todo este Universo está absolutamente cheio de materia, he como huma grande caixa cheia de arèa finissima, e tão calcada, que absolutamente nenhum minimo vão admittem as particulas da materia entre si.

Silv. Mas essa materia he fluida.

Theod. Ser fluida prova que se póde dividir mais facilmente do que a arêa; assim como a arêa por ser fluida a respeito de outros corpos grossos, se póde separar mais facilmente que se fosse hum monte de seixos; mas sendo todo o espaço cheio, he impossivel que não houvesse huma difficuldade summa. A razão he; porque quando hum corpo sólido se move dentro de algum fluido, tem resistencia por varios principios: o primeiro he por haver de separar partes de partes, quebrando o tal ou qual vinculo, que tem todas as partes do fluido entre si; mas eu supponho que no caso, em que fallamos, as partes desse fluido não tinhão união alguma: se bem que, ou sigamos a Newton, ou a Des-Cartes, as particulas desta materia necessariamente havião de ter mui forte união entre si; porque Newton põe, e prova attracção entre todas as partes de materia, e maior quando se tocão, e muito

ma-

maior, quando tem entre si menos váos, que as separem; e assim esta materia, que não admittia vacuo nenhum, seria summamente difficultosa de dividir: e Des-Cartes affirma que os corpos não se unem entre si senão por se tocarem mutuamente; e como as partes minimas da materia não tem algum vacuo que medee, havião de tocar-se mutua, e perfeitissimamente, e se unirião com união fortissima: mas deixemos este principio de resistencia para dividir o fluido de que fallamos. O outro principio de resistencia indispensavel he o de mover as partes que o movel lança fóra do seu lugar, e as outras que estas hão de desaccommodar, e as terceiras que hão de ser lançadas fóra pelas segundas, &c. A ultima raiz de resistencia, tambem indispensavel, he o roçado de humas particulas pelas outras, quando se movem; porque como tem sua tal, ou qual figura, forçosamente movendo-se huma particula por junto de outra, ha de a esquina de huma ora entrar na concavidade que fórmão duas entre si, ora passar pelo bojo de huma, ora roçar pela esquina da outra: quanto maiores são as particulas, maiores esquinas tem ou bojos, e por conseguinte maiores embaraços offerecem humas ás outras, quando passão por junto dellas, especialmente se vem tão apertadas, que não podem deixar vão entre si por pequeno que seja. Por este principio quanto mais fina for a arêa,

mais facilmente se divide; porque as particulas de menor tamanho tem menores esquinas: e tambem quanto mais sota está, mais facilmente a cortamos; porque podendo as particulas, ou gráos deixar alguns váos entre si, podem desembaraçar-se humas das outras: e eis-aqui porque os fluidos se dividem táo facilmente, ainda a respeito da arèa; porque as suas particulas sáo incomparavelmente menores que os gráos de arèa, e tambem tem innumeraveis póros entre si. Ora supponhamos hum fluido, cujas particulas sejáo incomparavelmente pequenas a respeito das da agua; mas consideremos que estáo táo entaladas humas com outras, que he náo só difficultosissimo, mas absolutamente impossivel haver o minimo vasio entre ellas: para hum corpo se mover por esse fluido, forçosamente havia de consumir alguma força em mover as partes do fluido que bota fóra do seu lugar, e em obrigar as outras a que lhe cedessem o seu; e ainda que da parte posterior deixava o movel campo livre, com tudo para este fluido proximo ao movel o rodear, era preciso roçar por todas as particulas da superficie do corpo, e por todas as demais partes do fluido mais distante; mas roçando por ellas, ou as havia de mover, e essas ás outras, &c. ou as havia de deixar quietas: ora como era impossivel haver váo entre particula e particula, ao passar humas, e ficarem quietas as

ou-

outras, neceſſariamente as eſquinas pegando humas nas outras, ſe havião de quebrar, e niſto ſe conſomia força; ou amaçar para dentro, e tambem niſto ſe devia conſumir. He logo impoſſivel que neſte *cheio* corpo algum ſe mova ſem incrivel diſpendio de forças.

Silv. Não terão as particulas eſquinas.

Theod. Iſſo ſó póde ſer ſendo globoſas; e então por mais que ſe apertem, ſempre hão de deixar vãos entre ſi; e ſempre entalando-ſe hum globo entre dous, teria o meſmo embaraço roçando por elles, como ſe tiveſſe eſquinas.

Eug. Se apertarmos muitos roſarios de contas n'uma mão, e quizermos por huma ponta tirar hum, não poderemos ſem affroxar a mão, porque pegaráõ contas em contas, como vós dizeis deſſes pequenos globos.

Theod. Dizeis bem: e quando as particulas pudeſſem eſcorregar para huma parte, em o corpo voltando para o lado, já lhe ficava a direcção contra a figura, e tinhamos tudo perdido; ou as particulas para voltarem havião de virar a eſquina para a face, e tinhamos vão ou vacuo, poſto que pequeno, o que ſe diz que he impoſſivel.

Silv. Já vejo que tendes razão; porém ſerão vacuos mui pequenos.

Theod. Huma vez que tocamos neſte ponto, ſendo elle ſubſtancial do ſyſtema de Des-Cartes, quero moſtrar-vos como he neceſſario,

rio, não qualquer vasio pequeno, mas como eu disse hum meio quasi de todo vasio, para dar passagem franca aos Planetas: digo que he necessario, a não admittir que os Planetas se movem arrebatados pelas torrentes de fluidos em que nadão, ou pelos turbilhões de Cartesio; o que já mostrei que era impossivel. Mas assentando, como se deve assentar, que os Astros se movem sem serem arrebatados por fluido que os leve, deve estabelecer-se, que o meio por onde se movem he quasi vasio, para não retardar os Planetas nos seus movimentos. Eu vou a formar o argumento.

Silv. Mui difficultoso sois de contentar: vamos a esse argumento.

Theod. Sendo o meio por onde se movem os Planetas totalmente cheio, e o Planeta huma bola tambem totalmente cheia, sem póros alguns por onde pudesse passar esse fluido (supponhamos isto) não poderia o Planeta mover-se, sem que quando tivesse andado hum diametro, tivesse já perdida metade da sua velocidade. Isto se demonstra por calculo infallivel (1) que vós não haveis de entender por falta de principios; mas creio que não duvidais.

Eug. E como podemos duvidar, dizendo vós que se demonstra mathematicamente?

Theod. Consideremos agora que, sem fazer mudança alguma no fluido, formavamos

do

(1) Gravesand. Phy. Elem. Mat. num. 1574. e 4126.

do Planeta outra bóla muito maior, porém cheia de grandes buracos, para poder passar o fluido francamente: neste caso, só aquellas partes solidas dos Planetas, que incorrião no fluido, he que podião encontrar resistencia, por quanto pelos váos passava elle com liberdade; porém como as partes solidas, computando-as juntamente, valem tanto como o mesmo Planeta na sua antiga figura, segue-se que quanto he pela quantidade de materia que se ha de desaccommodar para dar lugar ao Planeta, vem a ser a mesma resistencia, do que no primeiro caso; e assim, tanto que tiver andado hum só diametro, terá perdido metade da sua velocidade. Ora accrescentai, que nesse segundo caso o fluido que entrava pelos buracos, ou póros do Planeta, havia de fazer sua impressão nas partes solidas lateraes, e com o roçado sempre havia de retardallo; e por conseguinte terá agora muito maior resistencia do que no primeiro caso. Supposto isto, vamos ao que succede na realidade. Este fluido, de que querem suppôr cheio o espaço dos Ceos, ou passa pelos póros do Planeta, ou não passa? se não passa, temos pelo calculo que disse, que antes do Planeta correr espaço igual a hum diametro do seu volume, perde metade da velocidade: se o fluido o traspassa, com mais razão se ha de retardar o movimento, do que se essa materia toda se ajuntasse em volume solido, e por is-

isso menor; e de qualquer modo, aos dous passos tinhamos o Planeta quasi parado.

Eug. Esse argumento convence fortemente.

Theod. Logo se nós vemos que os Planetas fazendo os seus giros ha seis para sete mil annos, não se tem sensivelmente retardado, he certo que o fluido que ha nesses espaços immensos por onde se movem he tão raro, que quasi se podem reputar vasios. O calculo forma-se deste modo. A resistencia que experimentão os Planetas he conforme a densidade do meio; a resistencia he nenhuma ou quasi nenhuma, porque nenhum Astronomo a percebeo até aqui, conferindo as observações antiquissimas com as modernas: logo a densidade do meio ou he nenhuma, ou quasi nenhuma; e por outros termos, esses espaços estão ou totalmente vasios, ou quasi vasios. E lá vai todo o horror do vacuo com que os Filosofos antigos nos creárão. A mim o que me embaraça a persuadir-me que os Ceos estão totalmente vasios, he o que já vos disse. Vemos todo o espaço dos Ceos cheio de luz, e esta he substancia, ainda na opinião de Newton, o qual diz que he huma chamma tenuissima: logo não estão totalmente vasios. Mas para conhecerdes a incomparavel raridade deste fluido, fazei este calculo. O ar, conforme o que eu n'outro tempo vos mostrei (1) he tão raro, que, se Deos ajuntasse todas as particulas que no

(1) Tom. III. pag. 232.

no estado natural occupão dezoito mil palmos, todas caberião n'um palmo de espaço; e não obstante essa raridade, largando hum pendulo a fazer as suas *oscilações* ou movimentos no ar livre, dentro de poucas horas se vê tão embaraçado e diminuido o seu movimento, que pára de todo. Pelo contrario o movimento dos Planetas ha seis mil annos que dura, e não tem a minima differença sensivel: qual será logo a raridade desse fluido, que occupa os espaços do Ceo?

Eug. Dizeis bem, que se não he nada, he quasi nada.

Theod. Examinado o immenso espaço dos Ceos, vamos agora a considerar os corpos Celestes que por elle se movem, para formardes huma idéa desta portentosa Máquina.

§. V.

Da Opacidade dos Planetas e suas Phases, particularmente das da Lua.

Silv. EU admiro a bella docilidade de Eugenio, e invejo-a, porque logo se accommoda: tudo crê, tudo he claro, nenhuma fadiga, nem trabalho tem o seu entendimento. Ora vamos a navegar por esse vacuo immenso, Theodosio, e visitemos os Planetas.

Theod. Vós, como tendes que romper hum

flui-

fluido densissimo, por não ter póros alguns, (não me soube explicar) como tendes que passar humas massas solidas, como de bronze fundido, muito tarde chegareis aos Planetas: nós porém iremos mais depressa, tendo o caminho despejado. Mas não percamos tempo com isto. Os Planetas, Eugenio, são huns corpos solidos, de figura sensivelmente globosa, porém todos de si são escuros; mas como tambem são opacos, reflectem a luz do Sol que os alumeia: e deste modo he que brilhão e resplandecem, porque de si não tem mais luz que huma pedra, ou parede, a qual dando-lhe o Sol, reflecte luz, e tanta, que ás vezes molesta os olhos.

Eug. Se não estivesse costumado já a conhecer os erros, que desde a infancia tenho adorado, crendo com firmeza total o que depois vi que era erro crasso, muito me havia de custar a crer que a Lua, e Venus, e outros Planetas não tinhão luz propria sua.

Theod. A Lua, que mais vos fazia crer serem os Planetas luminosos de si, he a que vos ha de desenganar para os mais. Nós vemos a Lua parte escura e parte alumiada, que a isto he que chamão os Filosofos Phases da Lua: humas vezes está cheia, outras desfalcada, outras quasi se não vê. Eu vos explico como isso he. Como a Lua de si he hum corpo escuro e opaco, só póde estar clara onde lhe der o Sol; ora vós

bem

bem vedes, que o Sol quando dá n'uma bola opaca, não póde alumiar senão ametade, a outra fica ás escuras; e a differença que nós conhecemos na Lua só procede do diverso modo com que a olhamos. Aqui vos posso fazer huma experiencia clara. Supponde que aquella véla acceza *A* (*Estamp.* 1. *fig.* 2.) he o Sol, e esta bola L seja a Lua; eu a suspendo defronte da chamma: dizei-me; esta bola não tem sempre ametade alumiada, e ametade escura, por mais que eu ande com ella á roda da vossa cabeça?

Est. 1. fig. 2.

Eug. Quem o duvida!

Theod. Porém vós nunca podeis ver senão só ametade da bola: nesta postura em que ella está (L), fica a face alumiada voltada para a véla; e como vós estais da parte opposta, só podeis ver a face escura: eu vou agora dando com a bola hum giro á roda de vós: já ireis vendo parte da face alumiada.

Eug. Assim he; e cada vez vou vendo maior porção della. Parai ahi: agora vejo eu ametade da face escura, e ametade da face alumiada.

Theod. Pois assim succede na Lua quando he quarto crescente: quando estava entre nós e o Sol, voltava a face escura para nós; pois a que olha para o Sol sempre ha de estar alumiada; depois como vai voltando á roda da terra, já vai dando lugar a que se veja parte da face alumiada; e quando

se

ſe vê ametade de huma , e ametade de outra , então dizemos que he quarto creſcente : reparai agora , que eu vou continuando o giro a roda da voſſa cabeça.

Eug. Ja agora muito maior porção ſe vê da face clara , que da eſcura.

Theod. Quando eu chegar a tal ſitio , que a voſſa cabeça fique em direitura entre a bola , e a vela , então aſſim como a face clara fica voltada inteiramente para a véla , aſſim fica voltada inteiramente para vós ; vede ſe he aſſim.

Eug. Impoſſivel he que não ſeja. Iſſo agora ſupponho que he a Lua cheia.

Theod. Não vos enganais. Na Lua cheia ficamos nós entre o Sol e a Lua ; por iſſo quando he dia de Lua cheia , ſempre naſce ás Ave Marias , porque a eſſas horas ſe poz o Sol , e devem ficar encontrados , para que a meſma face reſplandecente , que a Lua volta para o Sol , ſe nos dê a ver inteiramente. Eu vou agora continuando o giro. Já agora haveis de ver parte da face eſcura.

Eug. Aſſim he .... Já neſſe ſitio vejo outra vez ametade de huma face eſcura , e ametade de outra alumiada.

Theod. Ahi tendes o que chamão na Lua *quarto minguante.* Ultimamente ha de ir ſendo cada vez menor a parte alumiada , e maior a eſcura até haver Lua nova : aqui tendes o que chamão *Lua nova* imitada neſta bola ; e ſuccede quando fica a bola entre vós

e

e a véla ; assim como a Lua se chama nova, quando fica entre nós e o Sol, que voltando para elle toda a face allumiada, volta para nós toda a escura. Isto só succede em todo o rigor, quando a Lua passa pela mesma linha que vai dos nossos olhos ao Sol ; o que acontece nos eclipses do Sol : mas nem todas as Luas novas temos eclipses, porque a Lua passa ou mais por sima, ou mais por baixo dessa linha, e assim sempre deixa ver alguma orela da face allumiada, a qual vai crescendo á proporção que a Lua se vai affastando do Sol. Eis-aqui tendes o que são Phases da Lua. Creio que me tendes percebido.

Eug. Nenhuma cousa tenho entendido mais cabalmente. Que me dizeis, Silvio?

Silv. Que hei de dizer ! Isso he huma cousa evidente, nem cá a minha escola duvidou nunca disso. Mas agora, Theodosio, o que eu não sei conhecer no Ceo he quando he quarto *Crescente*, ou quando he *Minguante*, sem ser preciso lembrar-me se nos dias precedentes a Lua foi *Cheia*, ou *Nova*.

Theod. Facilmente o conhecereis se observardes para que parte volta a Lua o lombo, ou parte convexa ; porque dessa parte he que lhe fica o Sol, e por ahi se conhece se nos dias antecedentes foi *Nova*, ou *Cheia*: se volta o lombo para o Nascente, he quarto Minguante, porque vai para Lua Nova ; se o lombo allumiado se volta para o Poente,

te,

te, he quarto Crescente, porque vai para Lua Cheia.

Eug. Tambem estimo saber isso para as minhas sementeiras, sem me ser preciso consultar a folhinha.

Theod. Nem para isso era preciso saber os quartos da Lua; a seu tempo tocaremos nisso de passagem; deixai-me concluir o que hia dizendo dos Planetas. Todos elles são como a Lua, escuros de si totalmente, e só claros e resplandecentes naquella face onde dá o Sol: e por isso nenhum Planeta ha, que não tenha ametade ás escuras, porque são opacos, e não os póde a luz traspassar. A differença que ha entre elles he, que pelas diversas alturas e situações em que estão, huns deixão ver mais do que outros essa face. Venus a deixa ver muito claramente; porém he preciso que a olhemos com Telescopio; aliàs o resplandor da parte alumiada com os raios, que despede, perturba a figura; e n'uma distancia grandissima não lhe conhecem os nossos olhos differença, como se conhece na Lua, porque nos fica muito mais vizinha incomparavelmente. A' manhã vo-la mostrarei pelo Telescopio, e pasmareis de ver a sua figura.

Eug. E os demais Planetas tambem tem enchentes e minguantes, como a Lua, e Venus, segundo o que dizeis?

Theod. Como todos são opacos, e só tem huma face allumiada pelo Sol, tambem todos tem sua tal ou qual mudança na figura ap-

pa-

parente ; porém só he sensivel em Mercurio, Venus e na Lua. Os dous Planetas *inferiores*, que são Venus e Mercurio (chamão-lhes inferiores, porque ás vezes passão por debaixo do Sol; Marte, Jupiter, e Saturno chamão-lhes superiores, porque nunca passão por entre nós e o Sol). Digo pois, que os dous Planetas inferiores, que são Venus, e Mercurio, como nos seus giros podem passar por entre nós e o Sol, assim como a Lua, tambem assim como ella podem voltar para nós a face escurecida, pois a alumiada sempre fica para o Sol ; e já d'aqui vedes que podem ter minguantes e enchentes, como a Lua ; porém os Planetas superiores, Marte, Jupiter, e Saturno, como pelo lugar em que andão, e movimento que tem, nunca passão por entre nós e o Sol, nunca podem voltar de todo para nós a sua face escurecida. Fazei reflexão no que digo : se puzermos aqui huma véla acceza, e andar hum criado com huma bola á roda da véla em distancia de dez palmos v. g., sempre a face alumiada da bola ha de ficar voltada para a véla, pois a véla he quem a alumeia: até aqui he bem manifesto; passemos adiante. Nós ou havemos de estar dentro deste circulo, que faz a bola á roda da véla, ou havemos de ficar de fóra; se estivermos de fóra do circulo, humas vezes havemos de ver a face escura da bola, outras a face alumiada.

Eug. He bem evidente, que assim deve ser.

Theod.

Theod. Mas se nos mettermos dentro do circulo, sempre havemos de ver a face alumiada; porque esta como se volta sempre para o centro do tal giro, que he a véla, tambem se volta sempre para nós, que estamos dentro do giro. Só haverá alguma differença em ver em cheio toda a face alumiada, quando a véla, nós, e a bola ficarem em linha recta, ou ver tambem alguma borda da parte escura; como quando nós, a véla, e a bola não estivermos em linha recta; porque então voltando a bola ou Planeta a face alumiada direitamente para a véla, nós cá da outra banda, alguma parte da face escura lhe havemos de descubrir; mas isto pouco sensivel he. Ora o que disse da bola andando á roda da véla, digo dos Planetas á roda do Sol. Se fallamos de Mercurio e Venus, fica a Terra fóra do giro que elles fórmão á roda do Sol, e veremos ás vezes a sua face escura; se fallamos de Marte, Jupiter, &c. ficamos sempre dentro do giro que fazem á roda do Sol, e sempre veremos a sua face alumiada. Mas tempo he já de vos dar a conhecer o número dos Planetas, e a differença que ha entre elles. Perdoai, Silvio, se vos desagrada não guardar nesta instrucção a ordem com que se tratão estas materias nos livros; porque eu fallo com quem não tem mais comprincipios para a intelligencia destas materias, que os que agora vou dando, e he-me preciso buscar

car

car a ordem accommodada á mais facil intelligencia.

Silv. O methodo que mais facilita a percepção das materias, he o melhor methodo.

§. VI.

Dos Planetas Primarios e Secundarios, e dos Cometas e Estrellas em commum.

Theod. OS Planetas constantemente visiveis, que temos nos Ceos, por todos são dezeseis: além destes ha outros, que são visiveis n'um tempo, e invisiveis n'outro, a que chamão *Cometas*; e desses trataremos á parte. Mas dos dezeseis Planetas huns se chamão *primarios*, outros *secundarios*, como quem diz da primeira classe, ou da segunda. Os Planetas da primeira classe são 6, cujos nomes são: *Mercurio*, *Venus*, *Terra*, *Marte*, *Jupiter*, *Saturno*: alguns contão o *Sol* no lugar da *Terra*; porém, não fazendo bulha por nomes, este modo de contar, de que uso, he mais coherente á noção, ou idéa que damos de Planeta, sendo a de *hum corpo opaco, que recebe luz de outro, e faz huma peça principal neste systema, ou fabrica do Universo.* O Sol sendo corpo luminoso de si, mais deve pertencer á classe das Estrellas fixas; mas contem como quizerem, e não façamos por isso questão; eu sigo os Astro-

nomos de melhor nota. Antes que falle do movimento dos Planetas, he preciso advertir-vos que eu não fallo do movimento, que chamão commum, e que todos vem, com o qual se revolve toda esta máquina dos Ceos em 24 horas do Oriente para o Poente: deste movimento fallarei a seu tempo, que por agora só fallo dos movimentos proprios e particulares, que tem cada Planeta de per si; v. g. a Lua hoje vedes que está junto daquella estrella; pois á manhã ha de estar muito cá para o *Nascente*, e notavelmente desviada da mesma estrella; e no dia seguinte muito mais affastada, até que dê huma volta ao Ceo todo, e torne a ajuntar-se com a tal estrella. Ora o mesmo fazem os demais Planetas: Se hoje apparecem ao pé d'huma estrella, á manhá se vem longe della, fugindo sempre para o Nascente; e destes movimentos proprios fallo agora: tornai bem sentido, que do movimento commum a todos os Astros fallarei a seu tempo. Isto posto, *Mercurio* he o mais chegado ao Sol, e anda á roda delle: segue-se *Venus*, que em maior distancia faz tambem o seu giro á roda do Sol. A Terra dista mais; e aqui se dividem os Astronomos em duas classes: huns com *Tico-Brahe* dizem que ella está fixa, e o Sol he o que á roda della se move, como os nossos olhos nos persuadem; outros com Copernico, Des-Cartes, Newton, &c. dizem que, estando o Sol sensivelmente para-

ra-

rado no meio do Universo, se move a Terra como qualquer outro Planeta á roda do Sol; mas deste ponto fallaremos quando vos for mais facil a intelligencia do que ha sobre essa materia. Segue-se *Marte*, que tambem anda á roda do Sol, e depois *Jupiter*; e ainda em maior distancia *Saturno*: andando todos á roda do Sol, sendo este luminoso Astro como o centro sensivel dos movimentos de todos elles; de sorte que, ainda seguindo que a Terra está quieta, e que o Sol gira á roda della, he sem a minima duvida, que os giros que fazem os Planetas com os seus movimentos proprios, tem por centro, náo a Terra, mas o Sol. Socegai, Silvio, que eu sou Catholico Romano, e havemos de concordar pela obediencia que professo á Santa Igreja, e ainda á Inquisiçáo de Roma; náo tenhais sustos, como quando foi dos Accidentes.

Silv. Eu náo digo nada; o mostrar admiraçáo e espanto, ouvindo algumas cousas que vos ouço, sáo movimentos naturaes, e ás vezes indeliberados: proségui.

Theod. Estes Planetas se podem no Ceo distinguir facilmente das Estreilas fixas, reparando na sua luz. Costuma ser clara, porém quieta e como morta, e náo tremem, nem scintilláo como as estreilas; excepto quando estáo perto do Horizonte, porque entáo o vapor da terra agitado faz interromper os seus raios, e tremem scintillando.

Eug. Mostrai-me vós agora no Ceo alguns Planetas.

Theod. Venus já vós conheceis, e lá o tendes quasi escondendo-se no Horizonte, porque agora segue o Sol, e anda atrás delle; esse bem conhecido he. Voltai agora os olhos para o Nascente, e vereis Jupiter, já bem levantado do Horizonte: acolá o tendes.

Silv. A luz que despede de si, he bem distincta das demais estrellas.

Theod. Distincta pela sua força, e por não tremer, nem scintillar.

Eug. Assim he: estes dous conheço eu já: dai-me a conhecer *Mercurio.*

Theod. Agora já não póde ser: não vedes que Venus se está escondendo no Horizonte? Mercurio como anda mais perto do Sol, necessariamente já muito tempo antes se ha de ter escondido. Além disso não he mui facil vello sem oculo; porque andando mui perto do Sol, e sendo pequeno, a luz do Sol o confunde. Porém Marte tendes vós á vista: ahi o tendes sobre a vossa cabeça: a sua luz he avermelhada.

Eug. Assim he, porém muito menor que a de Jupiter.

Theod. Tambem o seu corpo he muito menor: deixai-me agora ver se descubro Saturno .... Lá o tendes bem por sima da Torre de Belém.

Eug. Lá o vejo; como he morta e pállida a sua luz!

Theod. Assim he sempre; e tem razão para

ser

ser assim, pela distancia em que está, porque he o mais distante de todos os Planetas: e como não tem luz propria, forçosamente o havemos de ver amortecido; pois he preciso que os raios do Sol andem hum espaço immenso até Saturno, e d'ahi reflictão para nós, caminhando outro espaço ainda maior; e nós bem vemos que a luz quanto mais espaço anda, mais fraca fica, porque sempre os raios vão sendo divergentes. Quando souberdes a distancia, em que Saturno está, haveis de admirar-vos de que chegue a ver-se, ainda desse modo que o vemos.

Eug. Reparo que vós não contastes a Lua no numero dos Planetas: talvez vos esqueceo?

Theod. A Lua Planeta he, mas não da classe dos *Primarios*, ou da primeira ordem: he dos *Secundarios*, ou *Satelites*, que quer dizer o mesmo que guarda de outro Planeta. Dos Planetas primarios alguns tem á roda de si sua guarda, como de archeiros, que nunca os largão. Saturno tem sinco satelites á roda de si, que o acompanhão, aos quaes podemos chamar sinco Luas: Jupiter tem quatro, e a Terra tem huma, que he essa que estamos vendo. Portanto, Eugenio, não foi esquecimento o não metter a Lua entre os Planetas principaes, porque ella he dos da segunda ordem, posto que aos olhos tão visivel, e tão grande como o mesmo Sol.

Eug.

Eug. Mostrai-me as Luas, ou Satelites de Jupiter.

Theod. A' manhã vo-los mostrarei com o Telescopio, porque sem elle não se podem ver, por causa da sua grande distancia, e por serem muito mais pequenos que Jupiter; ainda que eu não duvido que sejão maiores que a nossa Lua, e talvez maiores que a Terra: o mesmo digo dos Satelites de Saturno, que muito tempo passou sem se lhe conhecerem senão quatro. Porém por agora preciso he que saibais, que todos elles são da mesma natureza dos Planetas primarios; isto he, opacos e escuros de si; e por esta razão ás vezes desapparecem de repente diante dos nossos olhos, outras de repente apparecem.

Eug. E porque succede isso?

Theod. Como Jupiter he opaco, dando-lhe o Sol por huma face, forçosamente para a outra ha de fazer sombra; e como os Satelites andão á roda de Jupiter, ás vezes entrão pela sombra dentro, e ficão ás escuras, porque não podem receber a luz do Sol, que o corpo de Jupiter lhes encobre; e ficando ás escuras, como se hão de ver? E d'aqui se prova que elles são Planetas, e não estrellinhas pequenas, porque essas, como tem luz propria, sempre brilhão e se deixão ver; porém os Satelites não tendo luz senão a do Sol, quando passão por detrás de Jupiter, hão de ficar ás escuras, e invisiveis; e quando sahirem

rem da sombra, de repente ficaráõ banhados da luz do Sol, e se háo de ver.

Eug. E tambem a sua luz he clara e quieta como a dos outros Planetas, ou scintilla como a das estrellas?

Theod. Em tudo seguem a regra dos outros Planetas; e quem os vê pelo Telescopio, náo póde confundillos com as estrellas, porque he manifesta a differença.

Silv. Teráo tambem suas phases, e seus eclipses, como vemos nos outros da primeira classe?

Theod. Nos Satelites de Jupiter são frequentissimos os eclipses, porque os giros que dáo á roda delle, sáo mui frequentes; porém as suas *phases*, ou diversas apparencias da face alumiada, são totalmente imperceptiveis; porque se em Jupiter náo ha sensivel mudança na apparencia pelo sitio em que está tanto além do Sol, de sorte que comprehende a Terra dentro nos seus giros, como ha de ser sensivel nos Satelites, que tem a mesma altura? Mas no Satelite da Terra, que he a nossa Lua, as faces são bem sensiveis, como todos sabem; e os eclipses são menos frequentes, porque em quanto a Lua dá hum giro á roda da Terra, os Satelites de Jupiter dáo muitos, pois o primeiro dá huma volta em menos de 43 horas, e os outros á proporçáo. Além disso os Satelites de Jupiter, como andáo mui perto delle, nunca escapáo da sua sombra, quando voltáo pela parte detrás; e a

Lua

Lua muitas vezes escapa da sombra da Terra, que por isso nem sempre ha eclipse da Lua nas Luas cheias; ainda que ella de si, como todos os demais Planetas, não tenha luz alguma.

Silv. Não posso socegar o meu juizo, quando vos ouço negar toda a luz propria á Lua.

Theod. Quando vós á manhã a virdes escura por entrar na sombra da Terra, então vos desenganareis, que ella de si não brilha; e que toda a luz, com que resplandece, he emprestada. Aliàs, se ella tivesse de si alguma luz, como v. g. huma véla acceza, ficando ella mettida atrás da Terra, sem que lhe désse o Sol, sempre havia de brilhar, e então mais, assim como huma véla acceza não brilha nada, se está á vista do Sol, e posta á sombra resplandece.

Eug. Aquella razão convence.

Silv. A' manhã me desenganarei.

Theod. Por conclusão, temos que são dez os Satelites, ou Planetas secundarios: sinco em Saturno, quatro em Jupiter, e hum na Terra. Em Marte, e Mercurio se não virão ainda: em Venus, já por quatro vezes se tem visto hum, mas ainda se não dão por certas, e exactas as observações; e juntando os dez secundarios com os seis primarios, fazem, como eu vos dizia, dezeseis Planetas; e com o Sol dezesete Astros, que pertencem a este systema solar. Além destes ha outros Planetas irregulares, que tambem pertencem a esta máquina, que

são

são os Cometas : Chamão-lhe Planetas irregulares , não porque o sejão , mas porque não he o seu movimento tão conhecido como o dos dezeseis de que fallamos. Delles vos hei de fallar mais largamente em seu lugar ; mas para não ficar decepada , ou truncada esta idéa , que vos dou da fabrica do Universo , vos darei tambem huma geral noticia dos Cometas. Hoje depois do celebradissimo Cometa de 59 , ninguem duvida que são os Cometas huns Astros creados no principio do mundo , juntamente com os outros Planetas : a differença maior , que os separa para classe diversa , está em que os Planetas andão á roda do Sol em circulos perfeitos , ou elises , que se chegão muito para circulos. Não sei se já vos expliquei que cousa era *Elise* : dão este nome ao que nós chamamos figura oval ; e para que fique isto logo estabelecido , por quanto nos ha de servir para diante , o modo facil de descrever esta figura , não he usando do compasso , mas de dous prégos , hum aqui em *a* (*Est.* 1. *fig.* 3.) outro alli em *b* : atemos hum cordão mui froxo de hum prégo a outro , e com hum ponteiro na mão , entézo a corda , e vou correndo á roda , de huma e de outra parte , e o rego que fica assignado com o ponteiro , he huma *Elise* , e os dous prégos são os seus dous fócos. Ora quando eu quero fazer huma elise muito comprida , não tendo mais que pôr os dous prégos mui distantes ;

Est. 1. fig. 3.

tes ; quando a quero fazer quasi circular, ponho os dous prégos quasi chegados hum ao outro.

Eug. Tenho percebido, já sei o que he Elise.

Theod. Os Cometas movem-se á roda do Sol descrevendo elises, de sorte porém que lhes fica o Sol n'um fóco. Estas elises são muito compridas ; e por esta razão os Cometas não se vem sempre, senão de tempos em tempos ; porque em quanto andão naquella porção de elise, que se chega ao Sol, podemos alcançallos com a vista ; mas quando vão fugindo pela elise adiante, põem-se em tamanha distancia, que se não podem ver, nem com os melhores Telescopios, até que passados os annos determinados para o seu periodo ou volta, tornão a chegar-se ao Sol, e deixar-se ver dos homens. Os Planetas tambem se movem em elises, mas são mui curtas, e quasi como circulos, por isso nunca fogem da nossa vista. No demais havemos de julgar que os Cometas, como os Planetas, são huns corpos globosos, opacos, e invisiveis de si, e só visiveis pela luz que reflectem do Sol. O mais que ha que dizer ácerca das suas caudas, movimentos, e periodos, fica para seu lugar, como tambem o responder a varias dúvidas, que Silvio ha de ter ; por quanto ha de seguir a opinião dos que dizem que são vapores levantados da Terra.

Silv. No que não ha dúvida quanto a mim,

e

e he expresso de Aristoteles, se me não engano.

Theod. Em tudo isso fallaremos de vagar, quando a boa ordem nos conduzir a tratar destes Astros em particular, que hoje quero-vos dar huma idéa dos Astros em commum.

Eug. Ahi temos já a pendencia armada, principalmente porque irá Silvio para casa prevenir-se para a contenda.

Theod. Ultimamente, Eugenio, além destes corpos opacos que rodeião o Sol, temos muitos corpos luminosos, que são as Estrellas, que a nosso modo de fallar não tem nada com o Sol, nem andão á roda delle. Chamão-lhe Estrellas fixas: estas assentão todos que tem luz propria, porque estão n'uma tal distancia, que seria impossivel que a luz do Sol lá chegasse com força capaz de reflectir para nós; pois a distancia das Estrellas he incomparavelmente maior que a de Saturno. Estas Estrellas não estão fixas e engastadas em algum corpo solido, como imagina o vulgo, porque humas estão em distancia muito maior que as outras: cada huma dellas he como hum Sol, e por causa da distancia immensa, em que estamos a seu respeito, parecem tão pequeninas. A *via lactea*, que estais vendo, ou como chama o vulgo a *estrada de Sant-Iago*, não he outra cousa mais que huma incomprehensivel multidão de Estrellas miudas e juntas, que se não distinguem entre

si

ſi com os olhos ; porém os Teleſcopios nos dáo a conhecer que eſſa luz continuada que parece huma nuvemzinha branca e rara , náo he ſenáo collecçáo de muitas Eſtrellas , que pela diſtancia immenſa quaſi que deſapparecem dos noſſos olhos.

Silv. Continuemos a converſaçáo ; mas ſe vos náo incommoda , vamos para dentro , que aqui já o Luar nos cauſa perjuizo.

Theod. Vamos ; mas náo tenhais receio que o Luar vos perjudique á ſaude.

Silv. Couſa he bem conſtante , que aſſim como he util a muitas plantas , he nocivo aos homens.

Eug. Eu ſempre aſſim o entendi.

§. VII.

Do Influxo dos Aſtros nos corpos terreſtres.

Theod. E Tambem eu muitos annos me perſuadi diſſo ; mas ultimamente vim a conhecer , depois que tive mais alguma liçáo e experiencia , que havia neſſe particular grandes erros , e preoccupaçóes da infancia.

Silv. He principio para mim certiſſimo , que todos os Aſtros influem nos corpos *ſublunares* ; e que huns tem benigno influxo , outros maligno. E ſendo o influxo do Sol bom , porque náo ſerá máo o da Lua ?

Theod.

Theod. No influxo do Sol não tenho dúvida, porque he innegavel o calor que causa nos corpos terrestres, e este calor he que dá vigor ás plantas, e como alma e vida a todo o mundo; especialmente crendo que este calor não consiste em méro movimento da materia que aquece, mas em particulas de fogo, que se intromettem nos corpos, e tem a sua origem do Sol, como n'outra occasião dissemos. Do influxo da Lua duvido em parte, e em parte não duvido. Tenho por certo que as marés procedem da Lua, e muitos ventos, e muitas outras mudanças, nesta proxima região do ar. Se concedermos á Lua a força de attracção, que está quasi evidentemente provada entre todos os corpos Celestes, com esta póde mover as aguas do Oceano, a massa tenue do ar; e com isto fazer notaveis mudanças na economìa da natureza. Em quanto a estes pontos não duvido; e delles fallaremos a seu tempo: agora no que toca ao influxo sobre as sementeiras, e mariscos, e sobre os nossos corpos, tenho minhas dúvidas, e bem fundadas: ultimamente sobre o damno que podemos padecer, estando expostos ao Luar, nisso estou certo que he medo vão, e sem fundamento. Eu discorro por partes. Se o Luar fizesse damno aos humores de hum homem, que com a cabeça descuberta se expõe a elle, tambem o faria ao outro, que com a cabeça abafada debaixo dos cobertores está

dor-

dormindo na ſua camara mui fechada. A Lua ſó póde obrar por força deſta attracção, que diſſe; e ſe com eſta póde perturbar os humores do corpo humano, o fará igualmente em qualquer lugar, pois eu vejo que igualmente revolve a agua da ſuperficie do Téjo, e a que eſtá no abyſmo do mar, e que chega a fazer effeito na porção de agua lá dos antipodas, atraveſſando a ſua virtude por todo o groſſo da Terra, ſem que iſſo lhe eſterilize, ou diminua a ſua força de obrar, como veremos fallando das marés; não que haja eſpiritos ou effluvios ou alguns corpos ſubtis, que atraveſſem a Terra de parte a parte para eſſe effeito, mas porque a lei da gravidade, ou attracção obra por outro modo, como vos diſſe fallando da gravidade dos corpos terreſtres. Suppoſto iſto, quem diſſer que a Lua por força da ſua attracção move os humores de quem eſtá expoſto ao Luar, não deve dizer que ſeja tão fraca eſſa attracção, que hum lenço, ou chapeo poſto na cabeça zombe della; nem ainda o telhado das noſſas caſas, porque ſe a groſſura de toda a Terra não defende da attracção da Lua a agua dos noſſos antipodas, que fica da outra parte do globo da Terra, que póde fazer a mais groſſa parede? Iſto he no que toca ao Luar ſer nocivo ou não. Agora vamos ás ſementeiras.

Silv. Eſperai: pois ſó por força da attracção póde obrar a Lua!

Theod.

Theod. Sim.

Silv. E o Sol não obra por outros modos sem ser o da attracção?

Theod. O Sol sim, porque obra com o calor, e com as particulas de fogo, que sendo da sua natureza delle, sabemos que se introduzem nos corpos terrestres; e este calor póde fazer grandes mudanças, e effeitos nos corpos: pelo contrario, a luz da Lua, por mais que se tenha examinado, nenhuma mudança sensivel faz nos corpos. Os maiores e mais vigorosos espelhos ustorios, que expostos ao Sol derretem os metaes promptamente, e vitrificão muitas materias, se por muito tempo se expuzerem aos raios da Lua, não serão capazes de fazer subir meio grão o mais sensivel Termometro que se lhe ponha no fóco. Temse feito exactas diligencias para perceber qualquer differença no Termometro com a força do Luar, mas sempre de balde; pelo que, por força do calor, não póde a Lua fazer mal, nem bem aos corpos terrestres.

Silv. E que me dizeis á constante experiencia dos enfermos, que se queixão uniformemente nas Luas, ainda sem saber que os dias são de Lua?

Theod. Isso já he outro ponto, em que eu não tenho toda a certeza; mas sempre quero dizer-vos o meu pensamento, e contarvos huma historia. Eu tive em minha casa hum hospede alguns annos, homem de pou-

poucas letras, e mui tenaz de juizo; este tinha tomado huma tal aversão com o dia de sesta feira, que queria persuadir-nos que nesse dia tudo succedia mal, e que era dia terrivel; e fazia hum largo catalogo de infelicidades suas e alheias, todas acontecidas á sesta feira: quiz eu dispersuadillo, attribuindo a acaso o que elle julgava influxo do dia, e não pude: mostrava lhe como as vontades livres das pessoas, de quem pendião grande parte daquellas infelicidades, não podião ser movidas por algum occulto influxo do dia da semana; e que o dia da semana não he cousa capaz de influir, pois o Sol, que fórma esse dia, fórma todos os demais, &c. e nada bastou, porque se defendia com a sua experiencia. Calei me, e por longo tempo fui notando tudo quanto succedia, apontando os dias: passados dous mezes, tornei a excitar a questão; e depois que elle me tornou a referir a serie de successos infaustos acontecidos naquelle dia, eu sahi com outra muito maior serie de successos felicissimos, tanto pertencentes a elle, como aos demais, acontecidos na sesta feira, e depois referi outra serie de successos infelices, que succedêrão em diversos dias da semana, especialmente na quarta feira, que elle chamava dia feliz. Só com este argumento o convenci. O mesmo digo no presente caso. Em nós estando preoccupados de huma cousa, tudo quanto serve a confirmar essa idéa, se repõe na

me-

memoria, como cousa preciosa, que se guarda nos gabinetes; porque todos estimão acertar, e tambem fazem apreço daquellas cousas, que nos persuadem que acertamos: pelo contrario, tudo o que ou não favorece, ou desmente a nossa idéa, como não se estima, não se repõe na memoria, e esquece. Vós mesmo haveis de ter huma experiencia propria, que persuade este meu discurso. Vós, assim como todos os bons Medicos, curais muitos enfermos, mas tambem muitos hão de ser os que vos morrem nas mãos; e ouvireis nas juntas, que os Medicos fórmão huma larga serie dos que tiverão bom successo com aquelle remedio, e conservão na memoria nomes, ruas, officios, &c.; mas dos que morrèrão nem fórmão relação, nem ainda conservão lembrança, senão de alguns mais notaveis.

Silv. E para que se ha de conservar lembrança triste?

Theod. Assim succede em casos innumeraveis. Só fazeis memoria dos enfermos, que se queixão em dias de Lua; mas não fazeis reflexão nos que se queixão nos outros dias. Se fizesseis igual reflexão em huns e outros, talvez que achasseis que pouco influia a Lua nos enfermos. Isto para mim he mui provavel nas Luas cheias e novas; porém nos quartos muito mais provavel, porque nesses dias não ha razão nenhuma, nem ainda apparente. Nas Luas novas e

cheias , como a attracção da Lua e do Sol obrão pela mesma linha , fazem effeito sensivel nas marés , e poderá alguem discorrer que por essa attracção altera os humores ; mas nos quartos , ainda que a Lua tivesse influxo , e mandasse cá effluvios , não havia apparencia de razão para serem nesse dia mais do que em qualquer outro , entre a Lua nova e cheia. Nestes dous dias , dizem alguns que a luz do Sol passando pela Lua , ou dando nella , e reflectindo totalmente para a terra , traz comsigo grande copia de effluvios malignos , &c. ; porém nos quartos não sei que apparencia de razão possa haver. Que tem cá os humores do corpo humano com que nós vejamos só hum quarto de Lua claro , e outro quarto se esconda ?

Silv. Theodosio , deixai-vos de impugnar isso , que he huma heresia medica o que dizeis. Póde a Lua influir nos ventos , e chuvas , &c. ? Logo póde influir tambem nos corpos enfermos : assentemos nisto , e passemos a outra cousa.

Theod. Nos ventos e chuvas , e em toda a atmosfera , ou região do ar , e vapores que nos rodeão , póde a Lua influir assim como nos mares , por força da attracção , como direi a seu tempo ; e basta só esta attracção para motivar essas mudanças de tempo , as quaes pela mesma razão mais se governão pelas Luas novas e cheias , que pelos quartos ; mas não sei como a

for-

força da attracção da Lua obre nos enfermos; mas por essa razão he que eu digo que neste ponto tenho muitas dúvidas, e não o dou por certo. Só sim póde a Lua verdadeiramente causar novidade nos enfermos *indirectamente*. Isto quer dizer, em quanto faz mudança nos vapores e ventos, e estes tem grande dominio sobre os doentes.

Silv. Seja pelo modo que quizerdes, com tanto que seja como a experiencia nos ensina.

Theod. Vamos agora ás sementeiras, que isto pertence a Eugenio, pelo que lhe ouvi ha pouco. Eugenio, eu algum dia fui mui contrario á opinião do vulgo, fundado nas authoridades que logo direi dos jardineiros do Rei de França; mas hoje não o sou tanto, posto que conheço que he muita a preoccupação do vulgo: aqui hei de ter as authoridades registadas em hum livro, desde que as encontrei (1). Aqui estão: a primeira testemunha he Mr. *Normand*, Director dos pomares de fruta e de espinho do Rei de França; e diz assim traduzido do Francez: *Entre hum grandissimo número de experiencias feitas com a ultima exacção em differentes annos, sobre cada huma das operações da agricultura, não tenho achado alguma, que favoreça a servil sujeição dos nossos antigos aos diversos aspectos da Lua.* A outra testemunha he Mr. de la *Quintinie* seu antecessor, o qual diz,

(1) Spectacl. de la Nat. Tom. I. pag. 502.

que não havia cousa mais frivola que cansarem-se a observar o dia da Lua, quando querem plantar, ou cortar, &c. Que era preciso fazer cada cousa na sua sazão opportuna, e escolher o tempo proprio; e attribuir o successo ao Sol, e ao temperamento do ar, &c. Esta preoccupação geral tanto mais está arraigada, quanto mais antiga he; e quanto mais a gente camponez he aferrada aos sentimentos de seus pais, dando muito menos ao discurso que á sua authoridade. Os antigos já forão culpados nisto; e creio eu que foi esta a causa. Como a gente do campo não tinha folhinhas, governavão-se pelas Luas para distinguirem as diversas partes do anno, os mezes erão lunares; e entre elles se assentava como cousa certa, que era bom semear este grão no quarto mez da Lua, quando fosse no meio, isto vinha a ser Lua cheia: a outra planta era bom dispolla no setimo mez v. g. já quasi acabando, isto vinha a ser quarto minguante; outra no oitavo mez logo no principio, isto vinha a ser Lua nova. Cada revolução da Lua era o seu mez; e a quarta parte desta revolução era a sua semana: olhavão para a Lua para saber em que alturas hia o mez, ou que semana era do mez; e saberem se era o tempo proprio para semear, ou plantar; e como os filhos pequenos creados com seus pais vião olhar para a Lua, e que se governavão por ella, não perguntavão porque,

mas

mas cegamente hião crendo que a Luá naquelle quarto influia nas sementes, e a fazia pegar bem, &c. Pelo que, meu Eugenio, o Sol, as chuvas, os ventos, e a estação do anno he que se deve attender; porque isto principalmente conduz ao bom effeito das sementeiras. E baste de conferencia, que para o primeiro dia assás foi longa.

Eug. Falta dizerdes alguma cousa sobre o influxo dos mais Astros, porque sempre ouvi dizer, nasceo debaixo de boa estrella; e nestes reportorios ordinarios leio muitas vezes que neste mez predomina Marte, naquelloutro Saturno, &c. e attribuem a isto serem os que nascem debaixo do dominio do Astro, melancolicos, ou colericos, ou de estatura grande, ou de nariz comprido v. g. e tambem de costumes dissolutos. Dizei-me sobre isto o que entendeis.

Theod. Entendo que os Magistrados devião prohibir todos estes papeis, que não servem senão de desacreditar a Nação Portugueza, e metter erros na cabeça do vulgo, que os lê quasi com tanta fé, como se fosse o mesmo Evangelho. Nascer debaixo de boa ou má estrella, não he cousa que se possa entender. As estrellas do Ceo nenhum influxo podem ter na terra pela sua immensa distancia.

Eug. Lembrado estou que me dissestes, fallando da luz (1) que gastava muitos annos a luz em vir das estrellas até nós.

Theod.

(1) Tom. II. Tard. V. §. 1.

Theod. Pois vede quanto gastaria a vir esse influxo para fazer mal ou bem á criança que nascia. Mas supponhamos que vinhão esses influxos como quizerem : todas as estrellas do Ceo estão n'uma immensa distancia da terra , que he como hum pontinho nadando no meio de hum vastissimo e immenso espaço : se huma estrella influir, por que razão não hão de influir todas as que estão no Ceo? e se influirem neste dia, por que não hão de influir em todos, sendo nelles sempre a mesma distancia , e passando por sima de nós todas ellas dentro de 24 horas? Mais : se influirem n'uma terra, por que não hão de influir em todas , sendo o globo terraqueo hum ponto em comparação das estrellas ? O mesmo digo dos Planetas. Tomára que me explicassem isto : se para nascer debaixo do dominio de Marte basta estar elle então do Horizonte para sima, como em vinte e quatro horas dá huma volta á roda da terra ; dos homens que nascessem, ametade o alcançarião sobre o Horizonte, ametade debaixo , o mesmo digo dos demais : ora que casta de observação se póde fazer n'uma cousa necessariamente geral para metade dos homens?

Silv. Talvez quererão dizer que estava o tal Planeta a prumo sobre a terra na hora do nascimento.

Theod. Isso não póde ser, senão na Zona torrida , e sete gráos e meio fóra della , porque nunca póde Planeta algum sahir fóra do

do Zodiaco, nem passar cá a prumo por sima de nós. Além de que, se Jupiter v. g. passasse bem a prumo por sima de nós no tempo do nascimento do menino, tão encanados virião esses influxos, que sahindo do corpo todo de Jupiter, que he muito maior que a terra, só chegassem cá ao pontinho da casa, em que nasceo a criança, e não se diffundissem por todo o globo da terra, ou ao menos por todo o Reino em redondo? e se a todos chega esse influxo, já a respeito delles não passou a prumo; e se isto não he preciso, todos os mais Planetas, que sempre olhão a terra, ou a prumo, ou obliquamente, estarão influindo sobre ella, e não se póde attribuir nada mais a este Planeta que aos outros.

Silv. Eu não sei lá de Astronomias, mas sempre ouvi dizer que a diversa conjunção dos Astros tinha tal, ou qual dominio sobre os corpos terrenos. Ahi tendes vós huma cousa constantemente observada pelos Medicos, que quando o Sol entra na Canicula, não he conveniente entrar em cura, nem fazer remedio forte: isto não haveis vós de negar.

Theod. Não o posso conceder. Sei que esse he o costume dos Senhores Medicos; mas não discorrem todos de hum modo: alguns por Canicula entendem calmas excessivas, e então concordo facilmente que não convém entrar em cura, porque as calmas grandes

per-

perturbão a economia dos humores ; mas outros por Canicula entendem huma certa constellação do Ceo , e religiosamente observão os dias que a folhinha aponta de Caniculares , temendo-os como dias infaustos , quer faça grande calma , quer pequena ; e com estes taes não posso concordar. Que tem cá o Sol com as estrellas , que ficão mais de setenta mil milhões de leguas distantes delle , e que tem ellas cá comnosco para nos perturbar os remedios ? Entrar o Sol na Canicula , quer dizer , que nestes dias o Sol , olhando-o desde a terra , corresponde no Ceo a estas estrellas ; assim como nós olhando para a Torre do Bugio na barra , ella nos corresponde áquella brilhante estrella , que se vai escondendo. Mas se olharem para o Sol nesses dias de outra parte , fóra do globo terrestre , corresponderá a constellação mui distante , assim como se de Cascaes agora olhassem para a Torre do Bugio , lhe havia de corresponder a alguma estrella do Nascente. Logo tanto parentesco tem o Sol com a Canicula , como com qualquer outra constellação , nesses dias dos Caniculares. Dizemos que está lá ; não porque esteja , mas porque olhando-o de cá , corresponde a esse lugar do Ceo ; mas está tão longe dessa constellação , como de todas as outras. Pelo que deveis observar , não a folhinha para saber quando começão os Caniculares , mas sim as calmas e outras

dis-

disposições do tempo, para saber se convém, ou não entrar em cura. Isto he o que eu entendo; vós segui o que melhor vos parecer, que sois Medico de profissão: lá vos governai.

Silv. Como me creei Medico Peripatetico, hei de morrer com todos estes abusos; e em Canicula só por grande necessidade farei remedio forte.

Eug. Isso he constancia louvavel.

Theod. Os homens não hão de ser faceis de variar. E assim insensivelmente prolongámos a conferencia muito mais do que eu queria, attendendo a que Silvio ainda não descançou da sua jornada.

Silv. Pequena foi, e com commodo; mas he preciso retirar-me a casa: á manhã virei ao Eclipse. Deos queira que o Luar desta noite me não prejudique.

Theod. Ide sem susto, que a Lua não he basilisco, nem dá olhado: vinde sedo, para que quando chegar o eclipse já tenhamos acabado a conferencia.

Silv. Obedecerei como devo.

TAR-

TARDE XXX.

Do Sol, e da Lua em particular.

§. I.

Do Sol, e da sua natureza, figura, grandeza, pezo, densidade, manchas, e atmosfera.

Silv. CONtra a experiencia não ha argumento.

Theod. Pois que! que he isso, Silvio? que vos aconteceo?

Silv. Agora venho de casa do nosso amigo o Commendador, que fica bem mal com huma apoplexia, que lhe deo esta manhã: he dia de Lua cheia, e além disso de eclipse, que dizem será mui grande; e ainda haveis de dizer que os eclipses, e as Luas não influem nos corpos!

Theod. Mal estamos nós, Eugenio, que havemos de supportar em pezo toda a maligna influencia da Lua no tempo do eclipse: desgraçados dos Astronomos! Hoje cahiráõ apopleticos mais de tres mil por todo o mundo! Dizei-me, Silvio, e tivestes cuidado de perguntar que ceou hontem esse enfermo? que modo de vida tinha? que disposições tinha tido nos dias antecedentes?

Silv.

Silv. Já andava ameaçado dias antes com humas vertigens mui pezadas ; mas a primeira deo-lhe dous dias depois da Lua nova : vedes como á Lua se deve tudo attribuir ! e hontem teve huma grande indigestáo procedida de desordem no comer.

Theod. Ahi tendes o verdadeiro eclipse , que lhe fez mal.

Eug. Sempre o eclipse he mais activo que a Lua nova , porque esta fez-lhe só huma vertigem , e gastou dous dias em a causar ; e o eclipse , muitas horas antes de chegar , lhe causou logo huma apoplexia.

Silv. Náo repareis nisso , Eugenio , porque he cousa sabida que as Luas obráo até tres dias antes , ou tres depois : com que , bem podemos sem escrupulo attribuir á Lua nova a primeira vertigem.

Theod. E por essa regra todas as mais vertigens , e quantas facadas se dáo , e furtos se fazem , e quantos males succedem , podeis attribuir á Lua ; porque como de sete em sete dias ha Lua , em se acabando os tres dias depois da Lua nova , em que ella tem jurisdicçáo , entráo os tres dias antes do quarto crescente , nos quaes já ella domina ; e temos todos os dias occupados com a jurisdicçáo da Lua : terrivel Astro !

Sil. Deixemos isso : que temos nós que discorrer esta tarde para a intelligencia do eclipse ?

Theod. Hontem fallámos do Ceos , e dos Astros em commum ; alguns já conheceis pelos

los ſeus nomes e figuras: já ſabeis que todos os Planetas ſão eſcuros de ſi, e opacos; que o Sol he quem reparte com elles a luz com que reſplandecem; porem ainda não baſta iſto, muito mais falta: vamos hoje conſiderando em particular eſſes meſmos Aſtros, para conhecerdes a cauſa dos effeitos que vemos. O Sol tem o primeiro lugar. He hum corpo luzido e brilhante de ſi meſmo: a ſua natureza ou he fogo puro, ou muito ſemelhante ao noſſo fogo; porque vemos que produz os meſmos effeitos. O fogo queima, aquece, e dá luz; e tudo iſſo faz o Sol: e ſe ajuntamos com o eſpelho uſtorio os ſeus raios, achamos inteiramente os meſmos effeitos, que no fogo terreſtre; tanto aſſim, que alguns corpos calcinados á força dos raios do Sol ſahem com maior pezo, aſſim como calcinados á força do fogo terreſtre, como já vos diſſe n'outra occaſião (1); o que aſsás perſuade ſerem da meſma, ou mui ſemelhante natureza as particulas que causão o calor do Sol, e as que causão o calor do fogo: por quanto, aſſim como as meſmas particulas do lume eſpalhando-ſe, e mettendo-ſe pelos corpos que encontrão, os fazem aquecer; aſſim as meſmas particulas do Sol eſpalhadas pelo eſpaço que occupão os ſeus raios, são as que causão calor nos corpos que aquentão, introduzindo-ſe nelles, como larga-

(1) Tom. III. Tard. X. §. 3.

gamente disse n'outra occasião (1). Alguns dizem que esta he a *Região do Fogo*; pois lá onde alguns a punhão, que era em redondo sobre a região do ar, já nós dissemos que era impossivel que estivesse (2). Mas deixemos isso, vamos a cousas mais importantes.

Silv. Sim, deixemos esse ponto, que ainda não meditei nelle.

Theod. O Sol tem hum volume mui grande, ainda comparado com todos os Planetas juntos: de sorte que, exceptuando os Satelites (de cuja grandeza se não sabe nada com exacção) se ajuntarmos todos os Planetas, entrando tambem a Terra e a Lua, ficará hum volume 571 vezes mais pequeno que o Sol. Comparando porém o Sol com a Terra, de cuja grandeza podemos ter mais clara idéa, achamos que o Sol tem hum diametro quasi 113 vezes maior que o da Terra. E porque tereis gosto de que reduza estas medidas a leguas Portuguezas, dando nós 2062 leguas ao diametro da terra (3), vem a ter o Sol de diametro (232.670) duzentas e trinta e duas mil, seiscentas e setenta leguas Portu-

(1) Tom. III. Tard. XI. §. 1.

(2) Tom. III. Tard. XI. §. 4.

(3) Cada grão de circulo maximo da Terra, conforme o nosso Cosmografo mór, e outros bons Authores, tem 18 leguas Portuguezas (das Hespanholas são só 17 e meia) e por isso tem o diametro 2062.

tuguezas. Aqui tendes o diametro : vamos agora á ſuperficie. Comparando-a com a da Terra , fica por eſte calculo 12.732 vezes maior (1): e reduzindo-a a leguas quadradas, são (170 ; 202 : 188 . 374) cento e ſetenta mil, duzentas e dous contos, cento e oitenta e oito mil , trezentos e ſetenta e quatro leguas. Advirto que eu fallando de leguas , uſo das Portuguezas , porque são mui diverſas no tamanho das de outras Nações. Só reſta agora dizer o volume do Sol , por comparação ao da Terra. Sabei pois que he (1 : 435 . 025) hum conto, quatrocentas e trinta e cinco mil , e vinte e cinco vezes maior que o volume da Terra. Tambem advirto que nas diſtancias dos Planetas ſigo os calculos de La Lande (2) depois das obſervações da paſſagem de Venus pelo diſco do Sol: obſervações, que nos derão bem a conhecer a theorica admiravel dos movimentos dos Aſtros , e que ſerviráõ de corrigir os antigos , que ſeguírão medidas diverſas (3).

Eug.

(1) Eu coſtumo nas contas grandes para facilitar a leitura , pôr no numero de *mil* hum ponto . ; nos *contos* dous pontos : ; no *milhar de conto* ; e no *conto de contos* iſto : :

(2) Conhecimento dos tempos para o anno 1774. 1776. &c.

(3) Na primeira impreſsão deſte Tomo ſegui os calculos de Graveſande , que hoje não tem merecimento depois das novas obſervações.

Eug. Não me admiro dessa variedade, admiro-me de que se possa saber tanto.

Theod. Pelo discurso destas conferencias talvez que façais algum conceito do modo com que estas cousas se sabem. Conhecido o tamanho do Sol, vamos a determinar o seu pezo e densidade.

Eug. Isso nunca esperei eu, que os homens tivessem a felicidade de o conseguir.

Silv. Nem eu, que tivessem o atrevimento de o intentar. Ora dizei, Theodosio, e de que balanças se servirão os homens para pezarem o Sol?

Theod. Das da razão, que a quem as sabe manejar, servem de muito. N'um dia destes, que se seguem, vos direi o modo com que se póde averiguar o pezo dos Astros: agora não o digo, por não perturbar a serie que pertendo levar nesta explicação: lembrai-mo, Eugenio. Continuando pois o que dizia do pezo absoluto, ou de quantidade da materia que ha no Sol, dão-lhe pelas observações e calculo hum pezo ou quantidade de materia (365 . 412) trezentas e sessenta e cinco mil, quatrocentas e doze vezes maior que a da Terra toda; porque ainda que o seu volume he 1 : 435 . 025 vezes maior que o da Terra, não he tão denso como ella, e he perto de quatro vezes especificamente mais leve. Eu vos explicarei a seu tempo o modo de examinar o pezo e densidade dos Planetas (1).

Eug.

(1) Tarde XXXIII. §. 4. no fim.

Eug. Não me esquecerá o lembrar-vos á maior explicação deste modo de examinar, e como fazer anatomia nos Astros do Ceo.

Theod. Pelo que pertence á figura, he de globo, ainda que á vista parece hum corpo plano e claro; e o fundamento, por que se crê que tem a figura de globo, ou esfera, vem a ser este. Se o Sol fosse de outra qualquer figura que não fosse globo, quando elle se fosse voltando em redondo, como se volta, nem sempre nos havia de offerecer huma face circular, qual testemunhão sempre os nossos olhos.

Silv. E por onde nos consta a nós que elle se volta em redondo?

Theod. Descobrem-se no Sol algumas manchas escuras, as quaes vão sempre passando de huma parte para a outra; e passados dias, tornão a passar. Este movimento manifesta que o Sol se revolve sobre o seu eixo á maneira de peão. E todas as circumstancias deste movimento concordão com o movimento de huma esfera sobre si; porque na face do Sol estas manchas nem sempre apparecem com a mesma distancia entre si; quando estão no meio, sempre tem maior distancia apparente, que quando se chegão para as bordas, ou *Limbo* do Sol. (Tomai sentido nestes nomes, que são termos proprios da materia). Ora sendo o Sol huma bola, que tivesse varias manchas, sempre em igual distancia, as que nós vis-

se-

ſemos defronte, haviamos de vellas com maior ſeparação, e maiores, que as que viſſemos de ilharga; porque havião de parecer mais eſtreitas, e mais chegadas entre ſi, como he bem manifeſto. Pois aſſim ſuccede no Sol; e pela meſma razão, as manchas, que paſsão pelo meio, correm com mais velocidade, que as que paſsão mais aſſima, ou mais abaixo do meio; porque como hão de dar volta maior, por conta do maior bojo, e ſempre ha de ſer no meſmo tempo, em que todas dão volta, devem forçoſamente andar mais depreſſa.

Eug. Tudo deve aſſim ſer, ſuppoſto o Sol ſer esferico, e mover-ſe á roda de ſi meſmo.

Silv. E eſſas manchas não poderão ſer engano da viſta, ou alguma poeira dos Teleſcopios?

Theod. Vinde-vos certificar com os voſſos olhos antes que o Sol ſe eſconda no Horizonte, porque eſta manhã vi eu no Sol ſete manchas bem diſtinctas, e ainda ſe hão de ver.

Eug. Tantas! e são ſempre as meſmas?

Theod. A's vezes apparecem muitas, outras menos, outras vezes nenhuma: eſte anno em 10 de Abril lhe contei eu ſincoenta e huma, e algumas erão bem grandes; nunca o tinha viſto tão manchado. Vinde, Silvio, deſenganar-vos.

Silv. Sempre me fica o eſcrupulo ſe ſerá mancha do vidro, e que pareça que he no

 Sol;

Sol ; e me confirmo mais com o que dizeis, que nem sempre são as mesmas.

Theod. Aqui tendes o Telescopio apontado, e defendido com hum vidro verde e defumado, que he o melhor modo que ha para observar o Sol .... vedes?

Silv. Vejo-o clarissimamente, e lá percebo humas tres nodoas.

Theod. Reparai bem que essa mais de sima são duas juntas, e a de todo baixo são quatro pequeninas, que se confundem ... agora as vereis melhor, porque vos puz o Telescopio no ponto da vossa vista.

Silv. Lá percebo que são dous montinhos de nodoas mais pequenas ; mas não distingo quantas são : e quem me diz que isto não he do oculo?

Theod. Se forem do oculo, em vós bolindo com o oculo, tambem ellas se hão de mover : ora movei-o levemente, para não perder de vista o Sol.

Silv. Ellas não se bolem : já vejo que não são do oculo. Vede, Eugenio.

Theod. Amigo, estas cousas quando se dão por certas, não he sobre conjecturas. Vedes, Eugenio?

Eug. Vejo as muito bem.

Theod. Basta : vamos cá para dentro. Sobre estas manchas do Sol ha varias opiniões entre os Astronomos, tanto sobre o lugar, como sobre a natureza : alguns se lembrárão se serião Satelites, que andassem á roda delle, porém isto não he verosimil, porque

ás vezes de repente apparecem no meio do Sol algumas manchas, outras vezes de repente desapparecem; o que hoje assentáo commummente he, que são nuvens grossas e espessas, que se levantáo da superficie do Sol, como as nossas nuvens da superficie da terra; por isso ás vezes de repente se dissipáo; outras vezes sendo mui miudas e imperceptiveis, se ajuntaráõ no meio da sua face, e será de repente visivel a mancha. Como porém em quanto se não desfazem sempre seguem o movimento commum de huma parte para a outra, provão sempre a constante *rotação*, ou *vertigem* do Sol. Outra duvida ha sobre o lugar. Alguns querem que estejão como pegadas na superficie do Sol, porque não tem *paralaxe*, (eu explico esta palavra) quero dizer, que vendo-se a mesma mancha de diversos lugares, v. g. d'aqui e de París, sempre corresponde ao mesmo ponto do Sol; e se ella estivesse cá mui distante, vendo-a de huma parte, corresponderia á borda, ou limbo do Sol; e vendo-a ao mesmo tempo de outra terra, corresponderia a outra parte, não tão chegada á borda, ou limbo; assim como, porque Silvio dista da parede fronteira, a sua cabeça vista d'aqui corresponde-me á esquina daquelle mappa, e a vós, Eugenio, ha de corresponder ao meio delle.

Eug. Assim he; e isto he que chamão *paralaxe*?

Theod. Sim; e observai que quanto mais se-

parado eſtiver Silvio da parede, maior ha de ſer a diſtancia dos lugares a que a ſua cabeça correſponde, vendo-a nós deſtes lugares, em que eſtamos ſentados; ſe ella diſtaſſe 3 palmos da parede, pouca ſeria a differença: perdoai-nos, Silvio, ſentai-vos lá quaſi encoſtado á parede; e vós, Eugenio, ficai quieto.

Silv. Com muito goſto vos ſirvo.

Eug. A mim correſponde a voſſa cabeça á moldura do mappa, meio palmo diſtante da eſquina.

Theod. E a mim hum palmo; em pouco vai a differença; por iſſo he pequena a paralaxe, e a diſtancia real de Silvio á parede. Eis-aqui porque muitos julgão que as manchas do Sol eſtão pegadas nelle. Porém Wolfio ſe perſuade, e com fundamento, que não póde iſſo ſer aſſim, porque então, quando as manchas voltaſſem com o Sol á roda do ſeu centro, tanto tempo ſerião viſiveis, andando na face voltada para nós, como inviſiveis, andando na face contraria; e iſto não ſuccede aſſim, porque tardão em apparecer perto de tres dias (1).

Silv. Não percebo como d'ahi ſe infere, que as manchas eſtejão ſeparadas do Sol.

Theod. Deſte modo. Eu vos faço aqui com o lapis huma figura (*Eſtamp.* 1. *fig.* 4.) ſeja eſte globo S o Sol, neſte circulo de pontinhos *e o a* andem as manchas. Iſto ſuppoſto, he verdade que tanto tempo hão de gaſ-

Eſt. 1. fig. 4.

(1) Elem. Aſtron. §. 413.

gastar na meia volta de cá, como na meia volta opposta; porém como andão algum tanto affastadas do corpo do Sol, e não se podem ver senão correspondendo á nossa vista sobre o Sol, tanto que escaparem della, ficão invisiveis; e assim em quanto a mancha andou de *e* até *a*, hia aquella nodoa negra encubrindo o Sol, e via-se; tanto que escapou de *a*, ninguem a vio até tornar a apparecer em *e*. Deste modo fica bem claro, que muito mais tempo ha de estar a mancha invisivel, do que visivel; o que não seria assim, se estivesse pegada á superficie do Sol; porém nunca esta distancia será muita, porque então haveria a paralaxe, que já vos expliquei.

Silv. Tenho percebido.

Theod. Do que tenho dito se infere que o Sol á roda de si tem tal ou qual *atmosfera*, que corresponde ao nosso ar; porque aliás onde se havião de sustentar estes vapores, ou nuvens, ou fumos que o encobrem? Nós sabemos que os vapores da terra se levantão pelo pezo do ar, e nelle se sustentão, não obstante pezarem para a Terra, como se vê quando se ajuntão e chove; tambem tudo o que houver nas vizinhanças do Sol deve pezar para elle; e deve haver por boa razão algum fluido, em que nadem essas nuvens. Em humas Cartas fysicas, que hei de publicar, vos direi que estas nuvens são da materia opaca, em que se sustenta a chamma que brilha no Sol.

§. II.

§. II.

Dos movimentos do Sol, e da sua distancia a respeito da Terra.

Eug. DO movimento do Sol todos os que tem olhos podem testificar; porque he bem notorio que em vinte e quatro horas se move de Nascente para Poente.
Theod. Esse he o primeiro movimento que os Astronomos considerão no Sol, que tambem he commum a todos os Astros, os quaes com os Ceos sensivelmente se revolvem no espaço de hum dia. Porém este movimento, dizem os Copernicanos, que só he na apparencia, porque na realidade o Sol está quieto, e a terra he a que se move á roda do seu eixo; e assim como quando vamos embarcados nos parece que os rochedos nos vão fugindo para trás, sendo certo que elles ficão immoveis, e nós somos os que vamos andando para diante; assim dizem os Copernicanos, que succede entre a terra e o Sol. A terra dizem que he como hum grande e universal navio, que se move de Poente para Nascente em 24 horas, e os homens cuidão que os Ceos e Astros todos se movem de Nascente para Poente. Porém deste ponto fallaremos outro dia largamente (1). Além desse movimen-
to

(1) Tarde XXXII. §. III.

to commum, a que se chama *diurno*, porque se completa em hum dia, tem o Sol outro movimento proprio, que he de Poente para Nascente, correndo os 12 *Signos*, que são doze Constellações do Ceo, a que elle successivamente vai correspondendo: de sorte que, se hoje o Sol quando nasce corresponde no Ceo a huma determinada estrella v. g. da constellação de *Gemini*, á manhã quando nascer já ha de ser depois de sahir do Horizonte essa estrella, porque entre tanto andou o Sol para o Oriente quasi hum grão; d'aqui a 30 dias já o Sol ha de corresponder a outra constellação, a que chamão *Cancer*; e assim pelos doze mezes vai correspondendo ás doze constellações, que chamão *Signos*. Estas 12 constellações juntas fórmão huma cinta, que rodea todo o Ceo, a que chamão *Zodiaco*; e deste modo em 365 dias, 6 horas, 9 minutos, e 14 segundos, tem o Sol corrido com o seu movimento proprio todo o Ceo em redondo. Se me não percebeis de todo, pelo discurso das conferencias me percebereis melhor, que ainda havemos de tornar a fallar nisto. Ora este movimento tambem he apparente na opinião dos Copernicanos, porque dizem que o Sol está fixo, e a terra (além de se revolver como hum peão sobre o seu eixo em 24 horas) tambem dá hum passeio vagaroso á roda do Sol no espaço de hum anno inteiro. Como isto possa ser, vos explicarei de vagar,

gar, quando fallar deste systema; explicando-vos o admiravel jogo dos Astros entre si. Agora só quero tratar de cada hum em particular.

Eug. Como vós sabeis o que me haveis de dizer, reservai lá as doutrinas para o lugar mais opportuno.

Theod. Além destes dous movimentos tem o Sol o terceiro, que chamão de *Vertigem* ou rotação: e neste concordão todos que he verdadeiro, e que na realidade o Sol se move á roda do seu proprio centro. Este movimento que (como ha pouco disse) se conhece pelas manchas, que vão sempre passando de huma parte para outra, gasta 25 dias e meio. Advirto porém que o eixo do Sol (isto he, a linha que se considera passar pelo seu centro, e terminar nos dous pólos sobre que se revolve) não fica a prumo a respeito do plano da *Eclitica*. Eu me explico. Se no meio desta meza redonda puzermos a terra, e considerarmos pela borda da meza os doze Signos, pelos quaes o Sol se move no espaço de hum anno, para representar bem o seu movimento, havemos com hum arame atravessar huma laranja, ou qualquer bola, e ao passo que formos andando com ella pela borda da meza, havemos de ir revolvendo o arame entre os dedos, para que a laranja se volva sobre o seu proprio eixo. Digo agora que este arame não deve andar a prumo sobre a meza, mas hum pou-

co

co inclinado, de forte que faça com a meza (que correfponde ao que chamão os Aftronomos Plano da Eclitica) hum angulo de 88 gráos e meio. Ifto he o que por agora podeis faber fobre o movimento do Sol; agora vamos á fua diftancia.

Eug. Creio que ha de fer disformemente grande.

Theod. Sobre a diftancia dos Planetas não póde haver tanta certeza, como fobre os feus movimentos; porém dir-vos-hei a opinião que reputo por mais fegura, e he a que fegue Mr. de la Lande (1) depois das obfervações da paffagem de Venus. Digo pois, feguindo efte calculo, que o Sol difta da Terra (25 : 028 . 409) vinte cinco contos, e vinte e oito mil, quatrocentas e nove leguas Portuguezas. Ifto he a diftancia media.

Eug. Bem dizia eu que havia de fer disformemente grande.

Theod. Adverti logo, que efta diftancia nem fempre he a mefma; porque a Terra não fica no centro da elife por onde fe move o Sol, nem o Sol no centro da elife por onde fe move a Terra (fallando no fyftema dos Copernicanos). Difta pois do meio desta elife (420 . 478) quatrocentas e vinte mil, e quatrocentas e fetenta e oito leguas. Efta diftancia ou do Sol, ou da Terra ao verdadeiro centro da Orbita do Planeta que gi-

(1) Conhecimento dos tempos para o anno 1776.

gira, conforme os diversos systemas, se chama Excentricidade; e tanto vale o que cresce a distancia do Sol á Terra, quando he maxima, como o que se diminue da media, quando he minima. Porém se quizerdes comparar a distancia maxima com a minima, a differença importará duas excentricidades: e assim importa (841 . 956) oitocentas e quarenta e hum mil, novecentas e cincoenta e seis leguas. E basta de medidas; vamos aos eclipses do Sol.

Silv. Se vós o pudesseis medir a palmos, náo estaries com tantas miudezas.

§. III.

Dos Eclipses do Sol.

Theod. O Eclipse, que se chama do Sol, verdadeiramente he eclipse da Terra; porque se eclipse he obscuraçáo, a Terra verdadeiramente he que padece obscuraçáo, porque cahe nella a sombra que lhe faz a Lua, quando se mette entre nós e o Sol. Vós já sabeis que cousa he Lua Nova; e que succede quando está a Lua entre nós e o Sol, voltando para elle a sua face illuminada, e para nós a escura.

Eug. Bem me lembro do que hontem nos dissestes; e da experiencia da bola, que pendurada fizestes andar á roda da minha cabeça defronte da véla acceza, que figurava o Sol.

Theod.

Theod. Supponde agora que, eſtando nós olhando para o Sol, paſſava a Lua por entre nós e elle, havia-nos de tirar a viſta do Sol; e iſto he eclipſe: ſe tiraſſe a viſta de todo o Sol, chamariamos a iſto eclipſe total: ſe ſe demoraſſe algum tempo o Sol todo eſcurecido, era total com *mora*, ou detença: ſe tanto que a Lua chegaſſe a encubrir a ultima borda do Sol logo deſcubriſſe a primeira da outra parte, era total ſem *mora*: ſe a Lua não paſſaſſe bem pelo meio, mas encubrindo huma parte do Sol deixaſſe ſempre deſcuberta a outra parte, chamariamos a eſſe eclipſe parcial. Tudo iſto he facil de entender.

Eug. E muito facil.

Theod. Vamos agora explicando iſto miudamente. Em primeiro lugar não póde haver eclipſe do Sol, ſenão em Lua Nova; porque ſó na Lua Nova, quando ella volta para nós a face eſcura, he que póde acontecer paſſar a Lua por entre nós e o Sol. Eis-aqui porque S. Dionyſio Areopagita (ſegundo ſe diz) ſendo ainda Gentio, ſuſpeitou a morte do Creador, ſem ter noticia nenhuma do que ſe paſſava em Jeruſalem; pois quando Chriſto Senhor noſſo padeceo, exclamou elle: *Ou o mundo todo ſe deſmancha, ou o Author do Univerſo padece*; porque vio hum eclipſe total do Sol no dia da Lua Cheia; e a ſer aſſim, ou ſe tinha deſordenado o Univerſo, ou era eclipſe milagroſo; e ſó para demonſtração de que pade-

decia o Author da natureza se faria semelhante signal.

Eug. Discorria bem, porque elle esperava a Lua de huma parte, e o Sol da outra, como costuma succeder em todas as Luas cheias, em que quando se põe o Sol, então he que nasce a Lua; e achava a Lua escurecendo o Sol; tinha razão de se admirar. Mas por este modo creio eu que todas as Luas novas haverá eclipse do Sol.

Theod. Não succede isso assim; porque a Lua humas vezes escapa por huma parte, outras escapa por outra; e só quando passa bem por entre nós, e o Sol, he que o encobre, e temos eclipse. Logo vos darei mais luz sobre este ponto. Vamos ás demais circunstancias. A outra circunstancia, que deveis observar nos eclipses do Sol, he que não são iguaes para todas as terras, nem ao mesmo tempo, nem geraes. A's vezes temos eclipse do Sol em Hespanha, mas não na Africa; outras vezes he total em Galiza, e parcial em Lisboa; outras, quando o vemos aqui, ainda não começou n'outras partes.

Eug. Quero saber a razão de todas essas circunstancias.

Theod. A Lua he hum corpo opaco, e faz sombra; ora como a Lua vai andando, a sombra vai passando; e quando esta sombra dá na Terra, vai a sombra correndo successivamente as Cidades, que encontra no seu caminho; e primeiramente ha de passar por hu-

huma, depois por outra, &c. a Cidade, onde der a sombra, que faz a Lua, em quanto ahi der a sombra, não póde ver o Sol, e para essa Cidade estará eclipsado todo esse tempo; mas ainda se verá o Sol na outra Cidade mais adiante, aonde ainda não chegou a sombra da Lua; por isso ouvireis dizer, começou o eclipse do Sol ás 8 horas nesta Cidade, e ás 8 e meia na outra.

Eug. Isso he evidente.

Theod. Tambem d'aqui se infere, que o eclipse total do Sol só por milagre póde ser geral em toda a Terra; porque assim o Sol, como a Terra, são muito maiores que a Lua. Supposto isto, ponha-se a Lua onde quizer, nunca ha de prohibir que passem raios do Sol para toda a Terra: se não derem n'uma parte, lá hão de dar n'outra; porque sendo hum corpo mui pequeno mettido entre dous muito maiores que elle, não póde embaraçar que se vejão; e em a Terra podendo ver o Sol, já está alumiada nessa parte que o vir. Tambem nunca póde ser geral em toda a Terra o eclipse parcial do Sol, pela pequenhez da Lua a respeito da Terra, e estar muito perto della. Pela mesma razão, os eclipses do Sol não são iguaes para todas as partes onde ha eclipse; porque, supponhamos que a Lua está de tal sorte posta entre nós e o Sol, que o encobre todo, e faz hum eclipse total; os que estiverem d'aqui 30 leguas pa-

ra o Norte, já poderão ver alguma parte do Sol da banda do Norte; e os que estiverem 40 leguas ao Norte, descubriráõ já muito maior porção do Sol; e tanto poderáo distar de nós, que já lá das suas Terras descubrão todo o Sol. Aqui vedes como o eclipse do Sol não he igual em todos os lugares onde o ha.

Eug. Huma comparação me occorre agora, que talvez não seja impropria. Quando no Ceo andão algumas nuvens soltas, acontece estar para nós o Sol encuberto, e vermos os montes da banda d'além cheios de Sol.

Silv. A's vezes ainda em menor distancia observamos isso. Vejo muitas vezes as campinas proximas á minha quinta com bello Sol, e as minhas casas á sombra da nuvem, que brevemente passa, e me deixa ver o Sol.

Theod. Ahi tendes hum eclipse tão verdadeiro como o da Lua, mas irregular, e sem periodo certo; porque só a differença está em ser a Lua, ou ser a nuvem quem encobre o Sol, e essa mesma comparação declara como não succede o eclipse ao mesmo tempo em todas as Terras, porque vai correndo a sombra da Lua, assim como vai correndo a sombra da nuvem. Mas adverti que, assim como onde da a sombra da nuvem não se vê nada do Sol, e todo se encobre; tambem onde dá a sombra da Lua, todo o Sol se eclipsa.

Eug.

Eug. E como succede o eclipse parcial?

Theod. Forma-se pela *Penumbra* do Sol. Não sabeis que cousa he *Penumbra*; eu vo-lo explico; mas deixai-me debuxar aqui huma figura, para me entenderdes melhor .... Aqui tendes esta figura (*fig.* 5. *Estamp.* 1.) em sima está o Sol S, no meio a Lua H; e como o Sol he muito maior que a Lua, a sombra que ella faz cá para baixo, ha de ser pyramidal; e quanto mais distar da Lua, tanto mais estreita ha de ser. Supponde vós que a linha *f p* R *q* he hum campo por onde o homem vai passando: em quanto caminhar de *f* até *p*, ha de ver todo o Sol, porque vê desde a borda ou limbo *g* até ao outro limbo *b*; só quando o homem passar de *p* para dentro, he que a Lua lhe ha de encubrir parte do Sol; e tanto mais lhe ha de encubrir o Sol, quando elle se chegar para R: chegando a esse ponto, não vê nada do Sol; e temos eclipse total; porém passando de R para diante, já ha de descubrir o limbo *b*; e cada vez ha de ir vendo maior porção do Sol, até que chegando a *q* descubrirá a borda do Sol *g*. He isto claro?

Est. 1. fi. 5.

Eug. Como a mesma luz do Sol.

Theod. Aqui tendes agora onde podeis perceber tudo o que vos tenho dito. A sombra da Lua vai desde H até R, tudo o que ahi entrar ficou em eclipse total; se a Terra ficar na linha *a i u e*, ha de haver eclipse total com detença; porque como ahi a sombra

bra

bra tem ſua groſſura , em quanto ella paſſar pelo homem , que eſtiver quieto , algum tempo ſe ha de gaſtar ; e todo eſſe tempo durou o Sol em eclipſe total. Porém ſe a Terra eſtiver mais longe da Lua , (por quanto haveis de ſaber que a Lua humas vezes anda mais perto de nós , outras mais longe) ſe a Terra , digo , eſtiver mais longe da Lua , e correſponder á linha *ſ p q* , como a pyramide da ſombra toca com a ſua ponta R neſſa linha , fará na Terra huma nodoa de ſombra mui pequena ; e como vai paſſando , tanto que o homem que obſerva o Sol entrar na ſombra por huma parte , logo ſahe della pela outra : e temos eclipſe ſem detença : porém por todo o eſpaço , que vai de *p* até *q* , ha de haver eclipſe do Sol parcial , porque todo eſſe eſpaço occupa a *Penumbra* do Sol. Portanto *ſombra do Sol he falta de toda a luz do Sol* ; e ſó dá naquelles lugares , donde ſenão vê nada do Sol. *Penumbra do Sol he falta ſó de alguma luz , que ſahe de algumas partes do Sol , mas não de toda a luz* ; e dá em todos aquelles lugares , dos quaes ſe vê parte do Sol , porém não todo ; como v. g. de *p* até R , ou de R até *q* , porque de nenhuma deſſas partes ſe vê o Sol todo ; e como ſe não vê todo o Sol , não póde eſtar tão claro eſſe terreno , como aquelle , aonde forem parar os raios que ſahem de qualquer ponto do Sol.

Eug. Viſto iſſo , fallando propriamente , quando

do ha eclipse do Sol parcial não estamos na sombra da Lua, mas na sua *Penumbra*?

Theod. Dizeis bem; ainda que muitas vezes os Astronomos não fallão com todo o rigor; e chamão *sombra* á mesma *Penumbra* que causa a Lua. Falta explicar o eclipse do Sol *anular*: isto he, quando o Sol fica como hum annel de luz, negro no meio.

Eug. Nunca vi nenhum assim.

Theod. São muito raros: e succede quando a Lua fica bem na linha, que vai de nós até o Sol, e não o encobre todo, mas sómente o meio, deixando as bordas em redondo descubertas, como nesta figura, que aqui faço (*Estamp.* 1. *fig.* 6.).

Est. 1. fig. 6.

Eug. Admiro-me de que estando a Lua correspondendo bem ao centro do Sol, não o tome todo, assim como quando ha eclipse total.

Theod. Com razão vos admirais. Mas reparai: hum corpo, que se vos põe diante dos olhos, encobre-vos os objectos que ficão na direitura da mesma linha fronteira aos olhos; v. g. este chapeo, posto entre a minha cara e a vossa, faz que vós me não vejais o rosto; se o chegardes mais para vós, encubrir-vos-ha parte da parede; e quanto mais o fordes chegando, maior ha de ser o campo da parede, que vos occulte á vista; e tanto o podereis chegar aos olhos, que vos não deixe ver nada desta parede, a que estou encostado.

Eug. Tudo isso assim he.

Theod. O mesmo succede com a Lua: quan-

do está entre nós e o Sol, sempre nos encobre alguma parte delle; se está muito perto de nós, encobre-nos todo o Sol, e grande parte do Ceo em redondo; tanto, que he necessario passar tempo para o principiarmos a ver: se está mais affastada, sim encobre todo o Sol, mas quasi ao justo; qualquer cousa que ella se mova, ou o Sol, nos deixará ver alguma borda: mas se está muito longe de nós, parece mui pequena, e não póde abranger todo o Sol; só encobre o centro, e deixa ver as bordas.

Est. 1, fig. 5. Nesta mesma figura (*fig.* 5. *Estamp.* 1.), que vos mostrei, vos quero apontar o sitio, em que ha de haver eclipse annullar. Estando a terra mui distante da Lua, v. g. nesta linha *n m o*, quem estiver em *m*, ha de ver o Sol como hum annel; porque ha de descubrir a borda *b*, e ao mesmo tempo a borda *g* do Sol, e não o centro. Mas estes casos só succedem quando a Lua vai tão alta, que a sua sombra não chega á terra, como nestes casos em que vedes, que pára em R. E adverti de caminho huma cousa, que a sombra da Lua quanto mais dista della, tanto mais estreita he; mas a sua Penumbra então mais se alarga, como vedes evidentemente. Isto póde servir para desvanecer alguma equivocação.

Eug. Advertistes bem: assim he.

Theod. O que falta por ora para dizer sobre os eclipses, he o modo de saber quantos di-

digitos se hão de escurecer do Sol neste, ou naquelle determinado eclipse. *Digito* do Sol he a parte duodecima do seu diametro. Costumão os Astronomos dividir tanto o diametro do Sol, como o da Lua em doze partes iguaes, e cada huma dellas chamão *digito*. Portanto, para saber quantos digitos do Sol se hão de escurecer, he preciso dar algumas noticias primeiro; ficaráõ para seu tempo. Vamos a tratar da Lua.

§. IV.

Da Lua, sua grandeza, pezo, densidade, e dos seus montes, atmosfera, e habitadores.

Eug. A Lua, pelo que me tendes dito, já sei que he hum globo opaco, e muito menor que a Terra: sendo que os olhos julgarião que era do tamanho do Sol, que vós já dissestes ser 1 : 435. 025 vezes maior que a nossa Terra.

Theod. A grande diversidade da distancia, em que estão esses astros, he a causa de que pareção do mesmo tamanho, sendo em si tão desiguaes.

Eug. Assim deve ser necessariamente.

Theod. He porém a grandeza da Lua muito inferior á do Sol, e tambem inferior á da terra. Comparando os diametros da Terra e da Lua, acha-se que são entre si como setenta e quatro a respeito de vinte; de

ſorte que vem a ter a Lua 563 leguas das noſſas no ſeu diametro, que he pouco mais da quarta parte do diametro da Terra : por conſeguinte, comparando as duas ſuperficies da Terra e da Lua, tem a terra huma ſuperficie treze para quatorze vezes maior que a da Lua. Ultimamente os volumes, ſe os compararmos entre ſi, tem a Terra hum volume, ou grandeza, quarenta e nove vezes maior que a da Lua. Porém o pezo não he ſó quarenta e nove vezes maior, porque a Terra he mais denſa que a Lua. Comparando pois o ſeu pezo com o da Lua, o pezo da Terra excede o da Lua 71 vezes, e alguma couſa mais; e por conſeguinte comparando a gravidade eſpecifica, ou denſidade da Terra, com a da Lua, tem a meſma proporção ſenſivelmente que 71 a 49; iſto he, que tomando dous volumes iguaes da materia da Lua, e da materia da Terra; ſe eſſe pedaço de terra pezar 71 onças, ou arrobas, o pedaço da Lua ha de pezar 49 onças, ou arrobas com pouca differença (1). Eu vos direi a ſeu tempo como eſtas contas ſe fazem; e vereis que

(1) Mr. de la Lande no Conhecimento dos tempos para o anno 1774. pag. 241. Veja-ſe tambem a pag. 283. onde diz, que ſe deve reformar a Taboa das dimensões dos Planetas, que ſe acha no ſegundo tomo da ſua Aſtronomia da edição de 1771. na pag. 158 A meſma Taboa reformada ſe acha no Conhecimento dos tempos dos annos ſeguintes.

que não são arbitrarias, mas por calculo admiravel: assim vós tivesseis instrucção para me entenderdes nos termos proprios. Fallemos agora da materia da Lua. Já vos disse que era opaca e escura, não obstante alguns dos antigos Filosofos dizerem que era da natureza do fogo: ou não reparavão nos eclipses, ou não discorrião bem; posto que algum fundamento tinhão para lhe dar huma luz morta e mui fusca: pois quando a Lua entra totalmente no eclipse, ou na sombra da Terra, ainda se vê mui bem, e parece ás vezes aos olhos algum tanto avermelhada; e nos dias proximos ao da Lua nova se vê, ao menos com o Telescopio, a face escurecida banhada de huma luz escura e froxa.

Silv. Bem dizia eu que ella alguma luz tinha de si: ahi se vê bem manifestamente.

Theod. Esperai, Silvio: esta luz escura, que se vè na Lua eclipsada, não provèm de que a Lua tenha luz propria: tem diversos principios. No que respeita á Lua, quando está proxima ao dia da Lua nova, a luz pállida, que se vê na face escurecida, provèm do reflexo dos raios do Sol, que dão na nossa terra. Supponde que o Sol está aqui em sima de nós, a Lua sendo proxima ao dia, em que se chama *Nova*, não póde distar muito do Sol para os lados: esta Terra tambem he opaca, e todo o corpo opaco reflecte a luz, mais ou menos, conforme elle he: dando pois o

Sol

Sol de chapa na terra , os raios hão de reflectir em grande parte para sima ; e como nessa linha encontrão a Lua , hão de banhalla de alguma luz branda ; assim como na Lua cheia os raios de Sol , dando de chapa na Lua , reflectem para nós. Vede a mesma figura (*fig.* 5. *Estamp.* 1.) , que servio para vos explicar o eclipse do Sol , o qual sempre acontece em Lua nova. Se a Terra estiver na linha *n m o* , os raios do Sol *S* , que vem de sima , dão na Terra , e reflectem para sima ; e como encontrão a face da Lua totalmente ás escuras , porque o Sol lhe fica pela outra face , dão-lhe huma luz sensivel ; de sorte que então quem estivesse na Lua , e olhasse cá para a Terra , havia de vella *Cheia* , e banhada de luz.

Est. 1. fig. 5.

Eug. Por esse discurso venho eu a inferir , que tambem a Terra vista da Lua ha de ter suas faces , e quartos crescentes , e minguantes.

Theod. Assim he : e certificamo-nos , que esta luz branda , que se descobre nestes casos na Lua , procede da reflexão dos raios do Sol na Terra , porque nos *quartos* da Lua , já a parte escurecida se não vê com esta luz , porque já a terra lhe fica de ilharga , e não póde a Lua receber tanta luz reflexa da terra. Falta agora dizer donde procede a luz , com que se banha a Lua no seu eclipse total ; mas isso procede de que a Lua , ainda no eclipse total , nunca en-

tra

tra na sombra da Terra verdadeiramente, mas na sombra da atmosfera da Terra, segundo o Gravesánde (1): eu logo vos explicarei isto. Tratemos primeiro da figura da Lua; e quero que a vejais com os vossos olhos, antes que eu vos diga nada della. Vamos a vella com o Telescopio.

Silv. Bem he que a vejamos antes de eclipsada; para que depois vendo-a escurecida, conheçamos melhor a differença.

Theod. Ahi tendes o Telescopio apontado, vede-a bem, e reparai na sua figura.

Eug. Que cousa táo nova! Eu vejo huma grandissima bola, que parece ser de prata, mas toda cheia de manchas. Nenhuma semelhança tem de olhos, nariz, e boca, como se represénta aos olhos. Vede, Silvio. (*Estamp.* 1. *fig.* 7.)

Est. 1. fig. 7.

Silv. Manchas tem, e muitas: náo se póde negar. Está formosissima: a sua luz he táo forte, que me offende os olhos.

Theod. Esperai: aqui tendes este vidro azulado, de que me hei de valer esta noite para observar o eclipse, segundo a descuberta do nosso grande *Barros*; que assim como felizmente achou que o vidro verde com outro defumado eráo os melhores para observar o Sol, assim quer que o azul seja o melhor para observar a Lua. Com esta cautela náo molesta os olhos.

Silv. Assim he .... Tenho visto.

Theod.

(1) Num. 3854.

Theod. Ainda lhe não vistes bem os montes e cavernas, nem os podereis ver bem senão d'aqui a alguns dias, quando se for voltando de ilharga a sua face allumiada; porque assim como na terra vemos bellamente os montes de ilharga, mas se como hum passarinho voassemos ao alto bem sobre hum monte, não os perceberiamos bem, vendo-os de sima e em grande distancia; assim na Lua.

Eug. Silvio não póde conter o riso, quando ouve fallar nos montes da Lua.

Theod. Não importa, que o tempo desengana muito. Attendei-me: a superficie da terra bem sabemos que não he liza, mas tem montes altissimos; porém estes montes quanto mais ao longe os vemos, menores parecem: supponhamos que os viamos da Lua; que pequeninas burbulhas pareceriáo na vasta bola da terra: porque se vendo nós a Lua cá debaixo, tendo ella de diametro 563 leguas, parece táo pequena, que pequenos pareceriáo vistos de lá os montes da terra?

Eug. Dizeis bem, que pareceriáo burbulhas.

Theod. Agora voltemos o caso para a Lua: vós ha pouco a vistes quasi cheia; e quando ella estiver menos de *quarto*, então vos convido para a verdes outra vez, e pasmareis; porque muitas cousas haveis de observar, que não esperaveis; eu as vou dizendo, porque pertencem aqui: primeiramen-

mente a linha, que divide a face escura da allumiada, e he curva a modo de fouce, não he liza, he mui tortuosa, e tem semelhança dos dentes de huma serra, ou fouce, posto que sem regularidade: além disso, na face escura apparecem algumas manchas mui brilhantes, como ilhas de neve em mar de tinta, e na parte allumiada suas manchas negras; e tudo isto procede dos montes e valles da Lua. Vós haveis de suppór que a divisão na Lua entre a face allumiada e escura, he como a da terra, quando o Sol nasce, ou se vai pondo, na qual vedes parte allumiada, e parte escura; mas como a superficie da terra não he liza, tambem não he regular a linha que divide o hemisferio da sombra daquelle onde dá o Sol: alli apparece o cabeço de hum monte já dourado pelo Sol, quando junto ao monte está hum valle ainda sombrio e escuro. Eis-aqui o que são aquellas manchas brancas, que apparecem junto ás bordas da face escura da Lua; são montes mui altos, que nos seus cabeços ainda alcanção os raios do Sol; e nos valles, que medeião, não. E vê-se que isto he assim; porque no dia seguinte se a Lua vai enchendo, como vai cada vez crescendo mais a face allumiada, a malha branca cada vez he maior, e a escuridão que medeava, menor; assim como cá na terra vai descendo a luz do Sol pelo monte abaixo, quando o Sol nasce, até pouco a pouco

ir

ir allumiando o valle todo. Do mesmo modo algumas manchas escuras, que se viáo na borda da face allumiada, váo diminuindo, até se perderem de todo; e eráo a sombra que faziáo nos valles os altos montes, que entáo recebiáo a luz de ilharga; assim como fazem nos campos os montes, que ficáo ao nascente, quando o Sol se levanta, os quaes á proporçáo que o Sol vai subindo, váo encurtando esta sombra, que se estendia pelos campos para a parte opposta, até que chegando ás 10 horas já náo ha sombra consideravel. Vós náo me dissestes já que quem observasse desde a Lua a nossa Terra, havia de ver enchentes e minguantes, &c.? Pois sendo a Terra cheia de montes, havia de ver de repente apparecer huma cabecinha do monte banhada da luz do Sol, e os valles ás escuras: d'ahi pouco a pouco veria ir allumiando-se os valles até ficar tudo cheio de luz, isto he quando crescesse; e quando minguasse, havia primeiramente de ver apparecer huma sombra nos valles, e ficariáo separadas do resto as cabeças dos montes allumiadas, e estas pouco a pouco iriáo perdendo a luz, até ficarem ás escuras de todo. Pois isso que succederia a quem observasse a Terra desde a Lua, nos succede a nós observando a Lua cá de baixo; e por isso nenhum Astronomo duvida dos montes da Lua.

Silv. Eu duvidava, não porque tivesse estuda-

dado o contrario, sómente porque me parecia cousa dita sem fundamento; e que isso se encaminhava a dizer que a Lua era habitada de viventes, que para isso tinha mares, lagôas, e montes, &c.

Theod. Esse ponto he mui diverso; mas concluindo o que toca aos montes da Lua, querem Galileo e Keplero, insignes Astronomos, que sejão mais altos, que os altissimos montes da terra, não só á proporção do seu corpo, mas absolutamente, porque lhes dão mais de huma legua de altura perpendicular. Passando adiante, já d'aqui se infere, que Venus e os mais Planetas terão os seus montes.

Silv. Tendo-os a Lua, e sendo Venus hum Planeta opaco como ella, que difficuldade posso eu ter em que tenha montes altissimos?

Theod. Em quanto aos mares da Lua sua diversidade ha entre os Astronomos. Muitos com Wolfio (1) (e nesta opinião concordão quasi todos) dizem, que aquellas manchas mais escuras que hontem vistes, são mares, ou lagôas; porque o mar visto de longe he muito mais escuro que a terra; pois tendo a superficie mais liza, reflecte, como o espelho, a luz mais ordenada para huma parte só, e fica mais escuro visto das outras partes; e assim succede na Lua. Porém Keil (2) testifica, que com os melhores

res

(1) Elem. Astron. §. 479.

(2) Introd. ad veram Philosoph. sect. 9.

res Telescopios se descobrem cavernas e grandes irregularidades nessas mesmas manchas escuras ; o que não 'seria assim , se fossem mares. Fique este ponto nesta dúvida. Outro ponto ha aqui tambem duvidoso sobre a atmosfera da Lua. Huns dizem, que ella tem á roda de si cousa que se parece com o nosso ar a que chamamos *atmosfera* da terra , que a rodeia em circuito. Wolfio (1) quer que tenha a Lua atmosfera , e que hajão nella chuvas , orvalho, e relampagos ; e dos Astronomos mais antigos tem muitos pela sua parte , como são Keplero , Longomontano , Galileo e outros ; porém dos Modernos creio que quasi todos seguem a parte contraria ; e o fundamento he mui grave ; porque se a Lua tivesse atmosfera , havia de ser diafana , como he a da terra , e havia de ser densidade diversa do restante dos espaços dos Ceos ; o que supposto , havião de quebrar os raios do Sol , quando a penetrassem de ilharga ; e quando a Lua nos encubrisse com o seu corpo alguma estrella , antes que a occultasse com o seu corpo , havia de escurecella algum tanto com a sua atmosfera, e offuscaria a estrella, não deixando vir aos nossos olhos a sua luz , senão depois de traspassar a atmosfera. Ora esta luz da estrella ao traspassar hum diafano esferico de diversa densidade , havia de tremer , ou quebrar , ou córar , ou fazer algu-

(1) Elem. Astron. §. 486.

guma mudança sensivel, segundo o que disse já da luz e das cores; e nada disto se observa. Ainda quando Venus se occulta pela Lua (como determinadamente se observou em 31 de Dezembro de 1720), nenhuma mudança se observou na luz de Venus antes de entrar, nem depois de sahir do eclipse, ou occultação da Lua; e não he crivel que deixasse de fazer alguma mudança na sua luz a atmosfera da Lua, se a houvesse. Pelo que nem nuvens, nem orvalhos, nem trovoadas me parece que temos lá.

Silv. E para que erão precisas essas cousas, não havendo lá habitadores?

Theod. Wolfio quer que os haja; e tem bons votos por si. Hugens, grande Astronomo, antes de Wolfio o disse, além de alguns antigos; e Keplero inclina para essa opinião, e o Cardeal Cusano (1). Esta mesma razão da analogia e semelhança da Terra com os Planetas, em ordem a ter habitadores, tambem se estende a Jupiter, Saturno, Marte, &c., e as razões que elles dão, não são para ridiculizar, nem tambem para seguir em materia tão grave, e tão difficil de averiguar, porque não passão de conjecturas: e por grandes Astronomos que elles sejão, como os habitadores dos Astros nem forão vistos com os Telescopios, nem os calculárão por demonstração deduzida do que com os Telescopios virão, tem

a

(1) L. 2. *de Docta Ignorantia* c. 12.

a fé de pura conjectura ; e quanto a mim, provão que póde ser que assim seja : mas he este ponto da classe daquelles , que em vão se pertendem saber ; porque he impossivel (só dizendo-o Deos) que haja fundamento convincente por huma , nem por outra parte. Huma cousa he certa , que se houvessem nos Planetas alguns habitadores , não havião de ser filhos de Adão , nem remidos com o Sangue de Jesu Christo. O que eu digo nesta materia he , que os fins , com que Deos formou toda a fabrica do Universo , são taes , que não cabem na curtissima comprehensão dos homens , e he temeridade julgar que para estes fins (que não sabemos quaes forão) he preciso que sejão todos os Planetas habitados. Digo mais , que quererem persuadir que estas creaturas habitadoras dos Planetas hão de ser homens , he querer fazer a Omnipotencia e Infinita Sabedoria de Deos filha da nossa idéa , ou pelo menos encerralla nos seus curtissimos limites : Deos póde produzir maior diversidade de creaturas , do que todos os homens comprehender. Passemos a outro ponto ; e não queiramos adivinhar o que não se póde por modo nenhum prudentemente saber.

§. V.

§. V.

Dos movimentos da Lua, e sua distancia.

Silv. TÃo louvavel he nos homens a curiosidade, e desejo de saber o que se póde saber naturalmente, como digno de se condemnar o temerario appetite de querer adivinhar aquellas cousas, que Deos quiz pôr totalmente fóra da esfera da nossa comprehensão.

Theod. Vamos aos movimentos da Lua: já sabeis que se move á roda da Terra, como os Satelites de Jupiter á roda delle; neste movimento ou periodo gasta 27 dias, 7 horas, 43 minutos, e cinco segundos.

Silv. Eu cuidava que erão 29 dias e meio; supponho que vos equivocais.

Theod. Não equivóco: mas eu me explico, porque já sei onde prende a vossa dúvida. O mez da Lua he de dous modos, e tem dous nomes: hum he Mez *synodico*, outro *periodico*. O mez periodico he o intervallo de tempo, que gasta em dar huma volta perfeita á roda da Terra, de sorte, que torne a corresponder ao mesmo lugar do Ceo, a que tinha correspondido no principio dessa volta; e nisto consome a Lua 27 dias, 7 horas e 43 minutos: a isto chama-se *Mez periodico*. Porém o Mez *synodico* he o intervallo que ha de Lua nova a Lua nova, ou de

Lua

Lua cheia á seguinte Lua cheia, e este intervallo he de 29 dias e meio, como vós dizieis.

Eug. E qual he a razão desse augmento e differença de tempo?

Theod. Eu a dou: supponde que hoje he Lua nova, e que está a Lua a prumo sobre nós, e debaixo do Sol: ora nesse momento, em que a Lua he verdadeiramente nova, corresponde a hum certo lugar do Ceo. D'aqui a 27 dias e tantas horas, pontualmente torna a Lua a passar por este lugar, e acabou o seu periodo ou *Mez periodico*; mas como já ahi não acha o Sol, porque elle entretanto foi andando, he preciso que a Lua gaste mais dous dias para o alcançar, de sorte que fique outra vez a prumo debaixo delle, e seja outra vez Lua nova. Eis-aqui porque a Lua gasta n'uma revolução 27 dias, e de Lua nova a Lua nova gasta 29 dias e meio.

Silv. Fico satisfeito: eu não sabia essas differenças, lembrava-me de ter visto este numero na folhinha.

Theod. Além deste movimento periodico, tem a Lua seu movimento de *rotação*, ou *vertigem* á roda do seu centro; e gasta neste movimento tambem 27 dias, 7 horas, e 43 minutos (1), e por isso sempre volta para

(1) A razão desta admiravel congruencia entre o movimento periodico da Lua, e o seu movimento de rotação, diremos em huma das Cartas fysicas, que brevemente daremos.

ra nós a mesma face. Por esta razão alguns se equivocão, e crem que a Lua não tem este movimento, porque sempre lhe vem a mesma face; mas não advertem, que como a Lua anda á roda de nós, para voltar para cá sempre a mesma face, he preciso que dê huma volta á roda do seu eixo. Se eu pendurar de huma linha huma maçá tocada, e andar com ella á roda da vossa cabeça, voz em algum sitio desta volta lhe haveis de ver o podre; e se eu vo-lo quizer occultar, devo ir torcendo a linha á proporção que vou fazendo a volta, para que a face sá sempre se volte para vós; e no fim da volta ou periodo, terei feito dar á maçá tambem huma volta á roda do seu eixo. Pois aqui tendes hum exemplo do movimento da Lua. Porém devo advertir que este movimento de rotação he *equavel*, isto he, quasi igual a si mesmo, nunca se apressa, nem se retarda; e d'aqui nasce outro movimento da Lua, a que chamão de *libração*. Isto he dizer que a Lua, ainda que sempre volta para nós a mesma face, contudo, humas vezes lá deixa ver hum tanto mais do lado direito, outras do lado esquerdo.

Eug. E de que procede isso?

Theod. Procede de que a Lua no seu movimento á roda da terra não anda sempre com movimento igual, ora se apressa, ora se retarda, porque humas vezes anda mais perto da Terra, e outras mais longe; e he

regra geral, que quando hum corpo se move á roda de outro, quando he menor a distancia, então mais veloz se move; e como por outra parte o movimento de rotação he sempre igual, segue-se que não vai a Lua escondendo a sua face occulta, á proporção que se move á roda de nós; e assim como não guarda exactissimamente esta proporção, lá lhe descubrimos hum pouco da parte esquerda, outras da direita. N'uma Memoria sobre isso me explicarei melhor.

Eug. Admiro-me de ver a miudeza, com que se examinão os movimentos dos Astros.

Theod. A Lua como nos fica muito perto, consente mais exactas observações.

Eug. E que distancia tem a Lua de nós?

Theod. Dista 60 semidiametros da Terra com pouca differença; ou (62. 153) sessenta e duas mil, cento e cincoenta e tres leguas Portuguezas. Mas nem sempre ha a mesma distancia entre nós e a Lua; ora cresce, ora diminue; porque a linha, por onde se move, he elise, e a Terra não fica no meio, mas desviada delle algum tanto.

Eug. E quanto se desvia a terra do meio dessa elise?

Theod. O valor de 3 semidiametros da terra e hum terço, que valem 3.437 leguas Portuguezas, e tanto he o que se augmenta a distancia da Lua quando he a maior, chegando a 63 semidiametros e hum terço; como tambem se diminue isto mesmo quando

he

he a minima; porque então não passa de 56 semidiametros e dous terços. Porém quando absolutamente se falla da distancia da Lua, entende-se da media, isto he, da que fica entre a maior de todas, e a minima, e esta vale 60 semidiametros da terra.

Eug. Que mais resta saber da Lua?

Theod. A sua orbita ou caminho não coincide com a do Sol, a que chamão Ecliptica; mas faz com ella hum angulo de 5 gráos; mas isto logo o explicarei melhor. Resta somente dizer que o eixo da Lua, sobre o qual ella se revolve em 27 dias e meio, não fica a prumo e perpendicular sobre o plano da sua orbita, mas tem sua inclinação. Quero dizer: se a terra estivesse no meio desta meza em que tomamos o cha, e eu atravessasse huma laranja v. g. com hum arame, para representar a Lua, quando quizesse andar com ella pela borda da meza, em ordem a imitar o seu movimento á roda da Terra, não havia de pôr o arame a prumo sobre a meza, mas com hum angulo de 82 gráos e meio.

Silv. E para que serve tanta impertinencia nessas contas?

Theod. Para saber a razão do que observamos na Lua. Nós humas vezes descubrimos mais do pólo superior, e menos do inferior; outras vezes he pelo contrario, e procede esta differença da inclinação do eixo da Lua, ou do arame da laranja: quando o eixo se inclinar para nós, havemos de

ver o pólo de sima mais do que o debaixo; e quando o eixo se inclinar para lá, havemos de ver mais o pólo debaixo do que o de sima. Agora só falta explicar os eclipses da Lua.

§. VI.

Dos Eclipses da Lua.

Silv. VAmos a saber o que são esses eclipses, antes que elle chegue na realidade.

Theod. O eclipse da Lua nunca póde acontecer, senão na Lua cheia; porque só se eclipsa quando se mette na sombra da Terra, ficando nós entre ella e o Sol; v. g. a Lua no Nascente, e o Sol no Poente; ou a Lua no meio do Ceo em sima, e o Sol no meio do Ceo em baixo. Só nestes casos póde a Lua ficar mettida na sombra da Terra, a qual lhe impede a vista do Sol; porém antes e depois de chegar a Lua á sombra da Terra, bem vedes que a mesma face, que fica allumiada pelo Sol, he a que se volta para nós; e isto he ser a Lua cheia, como agora está: e succede o eclipse bem na perfeição da enchente da Lua.

Eug. E porque não temos eclipse da Lua em todas as Luas cheias?

Theod. Porque nem sempre a Lua passa bem

por

por detrás da terra em direitura do Sol; humas vezes passa mais por hum lado, outras por outro; mas outras vezes entra direitamente pela sombra dentro a buscar centro com centro, e então he eclipse total, porque toda a Lua se esconde do Sol; n'outras occasiões porém roça a sombra por hum lado, e conforme a parte da Lua, que entra pela sombra dentro, assim he o eclipse, ou maior ou menor. Tambem he preciso saber que a Terra, sendo muito mais pequena que o Sol, faz huma sombra pyramidal. Vede esta figura (*fig.* 1. *Est.* 2.) que com a penna vos faço: Aqui temos o Sol S, e a terra T, como agora está; isto he, allumiada pela parte ou hemisferio inferior, onde he dia, e escura na parte superior que abitamos, onde agora he noite. A Lua L no seu circulo *m n r* se move á roda da Terra, voltando para nós a face allumiada, e a escura lá para sima, porque he Lua cheia: tanto que chegar á sombra *n*, ha de eclipsar-se. Se entrar pela sombra, onde ella he mais larga, mettendo-se pelo centro, terá no eclipse demora; porque sendo a sombra mais grossa que a Lua, gastará tempo em sahir della; porém se a Lua andar mais alta, e atravessar a sombra, onde ella he mais delgada, menos tempo durará o eclipse, porque sahirá mais depressa.

Est. 2. fig. 1.

Eug. No que reparo aqui nesta figura he, que a sombra se acabe em determinada altu-

tura ; e eu cuidava , que a sombra da terra , quando o Sol andava lá de baixo , se estendia por todo este espaço até o Ceo.

Theod. Já vos disse, fallando dos eclipses do Sol , que a sombra da Lua era pyramidal , porque o Sol he muito maior que a Lua. Ora o Sol tambem he muito maior que a terra ; e por isso tambem he pyramidal a sombra que a terra faz ; e cada vez ha de ser mais estreita. Ponhamos hum exemplo: a sombra que fazem as jelozias da janella , quando o Sol entra pela casa dentro , se a receberdes junto á janella n'um papel , vereis que a sombra de cada páo he quasi tão grossa como o mesmo pao ; e se vos affastardes alguns passos para dentro , achareis que a sombra das grades vai sendo mais delgada ; e tanto vos affastareis , que não percebereis bem distinctamente as sombras das grades ; mas vereis huma luz confusa.

Eug. Isso tenho observado muitas vezes no mesmo pavimento da casa. Quando o Sol anda baixo e entra mui dentro , a sombra dos caixilhos das vidraças vai sendo mais estreita , quanto mais dista da vidraça.

Theod Deve ser assim , porque o Sol he maior que a grossura dos paos do caixilho. A luz da véla porem não faz sombra desse modo , mas ás avéssas. V. g. a sombra que fazeis agora , que estais defronte da véla , quanto a sombra mais distar de vós ,

ma-

maior será; vede que alto sois na parede, onde vai dar a sombra que fazeis; e a minha, que logo bate na parede que perto me fica, não he tão grande como a vossa. Porém tudo assim deve ser: a luz da véla he muito menor que o vosso corpo; e quando o corpo opaco he maior que o luminoso, a sombra cada vez he mais grossa, porque os raios, que a terminão, sahindo do luminoso, e roçando o corpo opaco por ambos os lados, ficão necessariamente divergentes, e cada vez alargão mais: pelo contrario, quando o luminoso he maior que o corpo opaco, a sombra he pyramidal; porque os raios, que vem das bordas do luminoso, e passão pelos lados do corpo opaco mais pequeno, vem por isso mesmo a ser convergentes, e cada vez se chegão mais, até se ajuntarem. Para aqui serve o que vos disse fallando da Optica.

Eug. Serve tanto, que agora já percebo isto muito melhor. Mas quem estivesse no Ceo, bem em direitura da sombra da Terra, e tão longe, que ella não chegasse lá, havia de ver o Sol, ou não?

Theod. Havia de vello com eclipse annullar, assim como nós o vemos, quando a Lua se atravessa entre nós e elle, mas vai tão alta que não chega a nós a sua sombra. Tornai a ver a figura do eclipse do Sol, pois ainda aqui ha de estar o papel, que a tinha debuxada. Aqui está (*fig.* 5. *Estamp.* 1.): quem estiver em *m* não verá o centro do Sol,

Est. 1. fig. 5.

Sol, mas todas as bordas em redondo; o mesmo succederia a quem estivesse cá nes- toutra figura (*fig.* 1. *Estamp.* 2.) em *b*, táo longe da Terra, que náo lhe chegasse lá a sombra que ella faz.

Est. 2. fig. 1.

Silv. Visto isso, se a Lua agora passar táo alta, que escape da sombra da Terra, náo terá eclipse nenhum.

Theod. Nunca póde ir táo alta como dizeis: a náo escapar da sombra da terra pelas ilhargas, por sima náo se póde livrar do eclipse. Isto he fallando da sombra da terra no sentido commum dos Astronomos, tomando por terra (para este effeito) este globo em que estamos, juntamente com a sua atmosfera: por quanto se tomarmos por Terra só este globo solido, entáo da sua sombra sempre escapa a Lua; porque a sombra da Terra nunca lá chega (1). Façamos huma figura, para me entenderdes bem. Aqui tendes (*Estamp.* 2. *fig.* 2.) o globo da Terra T, cingido da sua atmosfera *s*, *o*, *c*,: o Sol o illumina pelo hemisferio inferior; e se a Terra náo tivesse atmosfera, a sua sombra pyramidal chegaria sómente a *r*. Tambem he certo que, se a atmosfera fosse totalmente opaca, faria huma sombra escura, que chegaria em fórma pyramidal até *A*; porém como a atmosfera he transparente, posto que mais densa que o restante do espaço dos Ceos, essa sombra que faz a atmosfera he mistu- ra-

Est. 2. fig. 2.

(1) Gravesf. num. 3854.

rada com muitos raios de luz, e fica huma sombra mui branda. Adverti agora que esta atmosfera não só he transparente, mas além disso tem a fórma de esfera; e os raios *g t*, que vem do Sol parallelos, tanto que entrão na atmosfera *f*, começão a quebrar para dentro, e hão de espalhar-se entre si; porquanto o raio *g*, que passa pelo fim da atmosfera, onde ella he rarissima, mui pouco ou nada sensivelmente ha de quebrar, e assim vai até *A*; porém como o ar, quanto mais vizinho á Terra, mais denso he, tambem os raios do Sol, que atravessão a atmosfera, quanto mais perto vão da Terra, mais hão de quebrar; e devem espalhar-se entre si, por todo o espaço que vai de A até *n*, ficando esse espaço illuminado com a luz do Sol quebrada na atmosfera, que he luz muito inferior na claridade á que passa livremente por fóra da atmosfera. Pelo mesmo motivo, o raio *f* da outra parte passa sensivelmente direito até A; porém o raio *u*, como atravessa a atmosfera já mui densa, deve quebrar muito para dentro, e vai dar a *m*, ficando com os raios entremedios, que vão quebrando á proporção, cada vez menos illuminado com essa luz fraca todo o espaço de *m* até A. Por conseguinte a sombra do globo puramente da Terra, de si capaz de chegar até *r*, não chega lá, porque a cortão de huma, e outra parte; e só chega até *i*, ficando muito mais curta

do

do que devia ser. Eis-aqui porque a Lua no eclipse total não fica invisivel, e apparece avermelhada, porque fica banhada da luz do Sol, quebrada na atmosfera, a qual bem sabeis que tira para vermelha: e por isso a Lua no Horizonte nos parece affogueada; porque os vapores da atmosfera quebrão, e córão os raios de luz, conforme a doutrina, que ficou estabelecida tratando das cores.

Silv. Supposta esta doutrina, admiro-me de que a Lua no eclipse total fique tão escura, e que a atmosfera faça sombra tão sensivel.

Theod. He tão sensivel, porque a atmosfera se atravessa de parte a parte, e a luz se compara com a que a Lua costuma receber fóra do eclipse, a qual he mui forte, porque recebe os raios do Sol puros e em cheio; o que tudo faz grande differença. Advirto porém, que esta que verdadeiramente he sombra da atmosfera, e mais communmente se chama sombra da Terra, he rodeada de outra meia sombra, a que chamão *Penumbra.* Esta penumbra estende-se em roda da sombra, por todo aquelle espaço, onde chegão alguns raios do Sol desembaraçados, porém não todos; e a sombra só a ha, onde não chegão raios nenhuns do Sol desembaraçados. Por isso antes que a Lua entre na sombra verdadeira, começa a escurecer-se hum pouco com a penumbra da Terra, que tanto he mais

es-

escura, quanto mais vizinha he á verdadeira sombra. Aqui se applica o que ha pouco dissemos da sombra e penumbra da Lua nos eclipses do Sol (1). Falta agora ensinar-vos, Eugenio, de que modo se conhece se o eclipse da Lua ha de ser total, ou parcial; e o mesmo se póde applicar aos eclipses do Sol.

Eug. Queira Deos que eu o perceba.

Theod. Haveis de perceber, e com facilidade. O Sol faz hum giro á roda de nós dentro de hum anno, correndo os Signos, como vos expliquei em seu lugar; a Lua tambem fórma hum giro á roda de nós, dentro de hum mez; porém estes dous circulos nem são parallelos hum ao outro, nem coincidem: cruzão-se em dous pontos. Succede justamente o mesmo, que se tomassemos dous arcos de pipa, e mettendo hum pelo outro, os abrissemos algum tanto, de sorte que não coincidissem. Neste caso os dous arcos, ou circulos, em dous pontos se havião de cruzar.

Eug. He sem dúvida.

Theod. Pois assim mesmo haveis de suppôr, que se cruzão os circulos, que descrevem o Sol e a Lua á roda da Terra; e esses dous pontos, em que se cruzão, se chamão *Nós*.

Eug. Agora confesso que não entendo. Pois não dissestes que o Sol andava sempre muito mais

(1) §. III. pag. 92.

mais alto que a Lua? Como se ha de cruzar hum caminho com o outro?

Theod. Cruza-se a respeito da nossa vista; assim como esta bengala posta no ar horizontalmente, vos ha de coincidir com a moldura daquelle quadro; mas se eu a puzer assim inclinada, já a respeito dos vossos olhos, se ha de cruzar com a moldura, e n'uma extremidade ficará superior, n'outra inferior a ella.

Eug. Já entendo.

Theod. Ficará a comparação dos arcos de pipa bem propria, se pondo assentado no chão hum arco grande, que represente o circulo do Sol, e no meio assentar hum arco pequeno, que represente o circulo da Lua, puzermos no centro de ambos huma laranja que represente a Terra. Mas para fazer que hum circulo não coincida com o outro, atravessai hum arame por ambos os arcos de parte a parte (*Estamp.* 2. *fig.* 3.) e tambem pela laranja; e depois levantai-os do chão, e desencontrai-os hum pouco, de sorte que fação hum angulo de 5 gráos: então tendes bem sensivelmente representado a *Orbita* da Lua cruzada com a *Orbita* do Sol. *Orbita*, Eugenio, quer dizer o caminho que fórma o Planeta, quando dá hum giro. Neste caso, quem desde a laranja olhasse para os circulos na parte em que estão furados pelo arame, os veria juntos, e hum sobreposto ao outro, ainda que verdadeiramente dista muito hum do ou-

Est. 2. fig. 3.

outro ; porém fóra deſſes dous *Nós* ou encruzamentos , os veria abertos e ſeparados entre ſi.

Eug. Percebo bellamente.

Theod. Façamos agora huma figura (*fig.* 4. *Eſtamp.* 2.). Eſtas duas linhas, que ſe cruzão em N , repreſentão os dous caminhos por onde vão o Sol e a Lua , junto dos *Nós*. P Q ſupponhamos que he o caminho do Sol S ; e M R o caminho da Lua L : como a Lua anda muito mais depreſſa do que o Sol , porque dá doze ou treze voltas , em quanto o Sol dá huma , repetidas vezes emparelha com elle , e o paſſa adiante ; mas he preciſo ſaber qual he o lugar da ſua orbita em que a Lua paſſa pelo Sol ; porque ſe paſſar em correſpondencia delle em *N* , forçoſamente ha de paſſar toda por diante do Sol , e haverá eclipſe total do Sol , ou annullar ; porém ſe a Lua paſſar pelo Sol mais diſtante do *Nó* , como v. g. aqui em *a e* , já o eclipſe ha de ſer parcial , porque a Lua *a* ſó póde encubrir huma borda do Sol *e*. Iſto ſuppoſto , para eu ſaber ſe ha de haver eclipſe do Sol n'uma determinada Lua nova , ou ſe ha de ſer grande , ou pequeno , he preciſo averiguar qual he no ponto da Lua nova o ſitio da orbita da Lua , em que ella ſe acha , correſpondente ao Sol na ſua orbita : depois deve-ſe tambem examinar quanto diſta apparentemente eſſe ponto da orbita da Lua , do ponto da orbita do Sol : ſupponhamos que são 5 pol-

Eſt. 2. fig. 4.

le-

legadas de distancia. Tambem se deve saber quanto he o diametro da Lua apparente nesse dia; porque como humas vezes anda mais perto de nós, outras mais longe, o seu diametro apparente humas vezes he maior, outras menor; e tambem se deve fazer o mesmo exame no diametro do Sol nesse dia. Examinadas pois estas tres cousas, se virmos que o diametro apparente do Sol são v. g. 8 pollegadas, e o da Lua seis, necessariamente ha de haver eclipse equivalente a duas pollegadas. Olhai para a figura: supponmos que do centro do Sol *e* ao centro da Lua *a* só vão cinco pollegadas de distancia; mas como a Lua tem seis de diametro, tres ficão da linha M R para fóra, e tres para dentro; e assim já estão tomadas com o corpo da Lua 3 pollegadas do espaço entre ella e o Sol: ora o Sol tem nesse dia diametro apparente de oito pollegadas, das quaes 4 devem tambem ficar da linha P Q para dentro, porque o centro do Sol não deixa a sua linha; e como já não ha senão duas pollegadas de espaço livre, as outras duas ficão encubertas com a Lua. Aqui tendes summariamente como se conhece a grandeza do eclipse. Devo ajuntar meio diametro do Sol, e meio diametro da Lua; e se a somma for maior do que a distancia que ha entre os dous pontos da orbita em que estes astros se encontrão, todo o excesso da somma dos semidiametros sobre a distancia, vem a ser a gran-

grandeza do eclipse ; mas se a distancia for igual ou maior que a somma dos dous semidiametros , já não ha eclipse nenhum ; passa a Lua pelo Sol , sem o encubrir. Tendes-me entendido ?

Eug. E facilmente.

Theod. Eis-aqui porque só junto dos Nós he que póde haver eclipse ; porque só ahi , como estão as duas orbitas mais juntas , e he o caminho apertado , he que póde hum corpo encubrir o outro , quando passa por elle , e lhe corresponde.

Eug. Entendo já os eclipses do Sol ; mas os da Lua como hei de saber eu quando , e de que grandeza succederáõ ?

Theod. Do mesmo modo. Quando o Sol vai pela sua orbita á roda da Terra por huma parte , a sombra da Terra vai andando pela outra opposta , mas pela mesma orbita : ficando sempre em direitura estas tres cousas , Sol , Terra , e sombra da Terra. Esta sombra da Terra , se a receberem em qualquer plano , faz huma nodoa redonda ; e tambem esta nodoa ou mancha he maior , quando se recebe em corpo mais proximo á Terra , e mais pequena , quando se recebe mais longe. Supponde agora que junto ao Nó N da figura que vistes (*fig.* 4. *Estamp.* 2.) se encontrão a Lua L , e a sombra da Terra S ; se couberem á vontade , e puder huma passar pela outra , sem que entre a Lua pela nodoa da sombra , não ha eclipse ; mas senão couberem , por ser a distancia dos dous

Est. 2. fig. 4.

pon-

pontos, em que emparelhão, menor do que importa meia Lua, e meia sombra da Terra, então necessariamente ha de haver eclipse, entrando a Lua pela sombra; e o excesso que vai do meio diametro apparente da Lua, junta com o meio diametro da sombra, sobre a distancia das orbitas nesses pontos, he a quantidade da parte eclipsada.

Eug. Percebo: o que se diz do diametro apparente do Sol, nos eclipses do Sol, se deve dizer do diametro da sombra da Terra na distancia em que está a Lua, quando se falla dos seus eclipses.

Silv. Se tudo o mais for tão certo, como isto me parece, e tão facil de perceber, poucas contendas terei com Theodosio nestas materias.

Theod. As contendas ás vezes são uteis para a maior intelligencia. Vamos a ver com os olhos o que expliquei até agora, porque não tardão as horas do eclipse; e como durando a sua observação não se póde levar direito o fio do discurso, á manhã continuaremos com os Astros que nos restão.

Silv. Dai-me para mim hum oculo, que esta noite quero sahir Astronomo.

Theod. Ahi tendes este, que he o maior; estoutro he para Eugenio, e eu me valerei deste.

TAR-

TARDE XXXI.

Dos mais Planetas em particular, Cometas, e Estrellas.

§. I.

De Mercurio e Venus.

Silv. EStimo que o trabalho da observação vos não prejudicasse, que isto he o que unicamente vos podia fazer damno, porque sois Modernos. Eu porém que sou antigo, e antigo hei de morrer, ainda estou sujeito a todos os damnos, que podem causar os eclipses nos corpos sublunares: e para me confirmar nesta doutrina (que vós chamais fabulosa) trago huma dor de cabeça, que assás me mortifica.

Theod. Sinto a vossa molestia; mas admirome, que sendo vós tão grande Medico, e vendo que he bom remedio para nos livrar dos damnos do eclipse, e da jurisdicção da Lua o ser *Moderno*, não queirais applicar esse remedio. Eu só por isso fora *Moderno*, quando a razão me não tivesse muito antes obrigado a sello.

Silv. Não sigo isso; na cabeça quero antes ter dores, do que erros. Vamos aos Plane-

tas que hontem deixámos, pois Eugenio não gosta de que se gaste este tempo senão em cousas uteis.

Eug. A verdade he que suspiro com alvoroço sempre por esta hora; porque Theodosio na vossa ausencia não costuma fallar-me nesta materia.

Theod. Vamos. Mercurio he o primeiro Planeta, principiando desde o Sol, porque está mais vizinho a elle. Este Planeta he hum globo opaco, como todos os mais Planetas, e brilha só com a luz do Sol; mas como anda mui perto delle, a mesma luz do Sol o confunde de sorte, que custa a ver. Eu já o vi bem, quando passou por baixo do Disco do Sol, isto he, entre nós, e o Sol; e visto pelo Telescopio parecia como huma avelã escura. Move-se pois á roda do Sol no espaço de 87 dias, 23 horas, 15 minutos, e 25 segundos, a sua grandeza verdadeira, conforme o calculo que sigo (1), he esta. De diametro tem menos alguma cousa da terça parte do diame-

(1) No que pertence á grandeza dos Planetas, ha grande variedade nos Astronomos, como tambem no que toca ás distancias: huma cousa depende da outra; porque do seu diametro apparente, supposta a distancia, se calcula a grandeza verdadeira Eu nas distancias sigo, como já disse, a Astronomia de Mr. de la Lande reformada por elle no conhecimento dos tempos para o anno 1774, e seguintes.

metro da Terra ; e reduzindo-o a leguas Portuguezas , tem só 848 de diametro. A sua superficie he quasi seis vezes mais pequena que a superficie da Terra ; e reduzindo-a a leguas quadradas , importa em (2 : 260 . 888) dous contos , duzentas e sessenta mil , oitocentas e oitenta e oito leguas. Ultimamente o seu volume , comparando-o com o da Terra , he pouco mais de 14 vezes e meia menor que ella. Do seu pezo , e densidade não se sabe nada ; nem me parece que se poderá saber : eu a seu tempo vos direi o porque.

Eug. Sempre me admiro que seja maior que a Lua , sendo ella tão grande ; porque dissestes ser a Lua 49 vezes menor que a Terra ; e Mercurio he 14 vezes menor.

Theod. Assim he ; porém deve a Lua parecer muito maior , porque nos fica muito mais perto , do que Mercurio.

Eug. E quanto dista Mercurio do Sol ?

Theod. Dista (9 . 397) nove mil trezentos e noventa e sete semidiametros da Terra. Esta he a medida , de que costumão usar os Astronomos ; porque reduzindo estas distancias a leguas , ficão huns numeros mui compridos ; e além disso , como as leguas de diversos Reinos são desiguaes , haveria confusão. Porém reduzida essa distancia , por vos dar gosto , ás nossas leguas Portuguezas , são (9 : 688 . 466) nove contos , ou milhões , seiscentas e oitenta e oito mil , quatrocentas e sessenta e seis. Daqui se in-

fere que Mercurio não se póde nunca ver affastado do Sol mais do que 28 gráos e 20 minutos do circulo celeste. Mas esqueciame advertir-vos, que Mercurio nem sempre tem a mesma distancia do Sol: ás vezes he maior, outras vezes he menor; porque não se move em circulo, cujo centro seja o Sol, mas em elise, ficando o Sol n'um de seus fócos. Porém não são as elises dos Planetas tão compridas e estreitas, como as dos Cometas: sensivelmente parecem circulos. Mas para evitar confusão com as diversas distancias do mesmo Planeta, lanço conta á maior distancia, e á menor, e entre as duas formo hum número medio, a que chamão distancia *media*. Quando o Planeta está na maior distancia, dizem que esta no *Aphelio*: tomai de memoria estes termos, para me entenderdes no discurso destas conferencias, porque são termos proprios.

Eug. Farei porque me não esqueção; e quando estiver o Planeta na menor distancia, como se diz então?

Theod. Que está no *Perihelio*: e isto he regra geral para todos os Cometas e Planetas, porque todos tem diversidades nas suas respectivas distancias ao Sol. Se ouvindo fallar na orbita, ou linha, que descreve algum Planeta, me ouvirdes dizer, que he inclinada, e excentrica, não me haveis de entender. Eu quero agora prevenir o vosso embaraço. *Excentricidade* da orbita, quer di-

dizer que o Sol não fica no centro della, e tanto se diz que tem a orbita de excentricidade, quanto o Sol está affastado do verdadeiro centro da tal orbita. Ponhamos exemplo: Se o Sol estivesse bem no centro da orbita de Mercurio, tanto distaria Mercurio do Sol, estando n'uma parte da elise, como na opposta; porém como o Sol está affastado do centro para huma parte, ja Mercurio ahi fica mais perto do Sol, e na outra parte opposta, mais longe.

Eug. Percebo já: e quanto he a excentricidade do Sol a respeito de Mercurio?

Theod. São 1.738 semidiametros da Terra, estes tantos semidiametros faltão na distancia media, quando Mercurio está no *Perihelio*, ou parte mais chegada ao Sol; e quando está no *Aphelio*, ou parte mais remota, devem-se accrescentar á distancia media; e por boas contas vem a distancia maxima de Mercurio a exceder a minima em 3.476 semidiametros, que he a dobrada excentricidade.

Eug. Isso tenho entendido; vamos ao mais.

Theod. Falta explicar a inclinação da orbita: talvez vos pareça impertinente nestas miudezas: crede-me que o não faço sem motivo justo; porque sabendo vós isto para Mercurio, fica explicado para todos os mais Planetas, e o entenderdes estas miudezas, serve depois para muito. Já vos mostrei como a orbita da Lua cortava a orbita do Sol, a que chamão *Eclitica*, tomai

mai ſentido neſte nome, que uſarei delle a cada paſſo. Para iſſo uſei da comparação de dous arcos de pipa (*Eſtamp.* 2. *fig.* 3.), que eſtando atraveſſados por hum arame, podião repreſentar as duas orbitas do Sol, e da Lua á roda da Terra repreſentada na bola T.

Eſt. 2. fig. 3.

Eug. Bem me lembro, e aqui eſtá outra figura (*fig.* 4. *Eſtamp.* 2.), que repreſenta a inclinaçao do caminho da Lua ao caminho do Sol.

Eſt. 2. fig. 4.

Theod. Ora o meſmo digo do encruzamento da orbita de Mercurio com a Eclitica: tambem faz ſeus *Nós*; porém a ſua inclinação ou abertura he de 6 gráos, 59 minutos e 20 ſegundos. *Minuto* chamamos aqui á parte ſexageſima de hum gráo; e *ſegundo* chamamos á parte ſexageſima de hum *minuto*.

Eug. Bem entendo. Já ſei a diſtancia de Mercurio, ſei o ſeu caminho; quero ſaber agora o ſeu movimento.

Theod. Já ſabeis que não fallamos agora do movimento diurno, com que em 24 horas os Ceos ſe revolvem com os Planetas e Eſtrellas de Naſcente para Poente: eſſe movimento commum a todos os Aſtros não pertence aqui. Só fallamos do movimento particular que tem os Planetas á roda do Sol; porque em todos os ſyſtemas, os movimentos proprios de todos os Planetas he á roda do Sol e não da Terra. Suppoſto iſto, o movimento proprio de Mercurio, he de Poente para Naſcente, contrario ao movimen-

mento commum dos Ceos de Nascente para Poente; e assim he o movimento proprio de cada hum dos outros Planetas, e Cometas, como ireis sabendo pouco a pouco. Neste movimento gasta Mercurio quasi 88 dias em formar hum giro (1). Alguns querem, que além deste movimento, tenha outro que chamão de Vertigem, ou como peão á roda do seu eixo; porque deve nisto concordar com os mais Planetas que assim se movem: razão tem para o suspeitar, mas ainda se não sabe de certo. Ora supposto Mercurio mover-se á roda do Sol, já se vê que humas vezes ha de estar mui longe de nós, quando for na volta d'alem do Sol; porém quando vier na volta d'aquem, ficará muito nosso vizinho. Creio que fareis gosto de saber as suas diversas distancias á Terra.

Eug. Para a minha curiosidade importão-me mais do que a distancia de Mercurio ao Sol.

Theod. Desprezando a pequena differença que podem dar as inclinações das orbitas a respeito da Eclitica, podem-se saber as distancias dos Planetas á Terra, ora ajuntando-a, ora descontando-a da distancia da Terra ao Sol; e assim Mercurio na conjunção superior com o Sol, dista da Terra (34:716. 875) trinta e quatro contos, ou milhões, setecentas e dezeseis mil, oitocentas e seten-

(1) São 87 dias, 23 horas, 14 minut. e 25 segundos.

tenta e cinco leguas ; e na conjunção inferior , quando fica entre nós e o Sol , dista da Terra (15 : 339 . 943) quinze milhões, trezentas e trinta e nove mil , novecentas e quarenta e tres leguas. Bem vedes a differença.

Eug. He muito grande ; mas tendo elle por centro sensivel do seu movimento o Sol , necessariamente devia de ser assim.

Theod. Dizeis bem. Vamos a Venus. Já sabeis que he hum corpo opaco , semelhante aos mais Planetas : tem seus minguantes e enchentes bem como a Lua.

Eug. Nunca tal vi : sempre que tenho olhado para ella , ou pela manhã , quando nasce antes do Sol , ou de tarde , quando se põe atrás delle , sempre me pareceo sem minguante.

Theod. Agora anda ella bem desfalcada ; justamente como a Lua está dous ou tres dias , depois de ser nova.

Eug. E como póde ser isso , se hontem a vimos formosissima , e cheia de huma luz mui forte !

Theod. Quando ella vos parecer maior e mais brilhante , então está como a Lua nova : não me creais a mim , vamos a vella , que já se poz o Sol ; e o Telescopio nos mostrará a sua figura.

Silv. Para mim tambem isso he mysterio que não entendo.

Theod. E tambem o foi para mim em quanto os olhos me não desenganárão , e depois

pois a razão, que eu logo vos darei. Aqui tendes o Telescopio, eu o aponto, que estou mais destro .... Vede.

Eug. Eu vejo a Lua (*Estamp.* 2. *fig.* 5.) Est. 2. fig. 5.

Theod. A Lua ainda não nasceo. Vede que vos enganais: não he a Lua, he Venus. Olhai por fóra do Telescopio.

Eug. No tamanho, e na figura, e na claridade parecia a Lua, poucos dias depois de ser nova. Eu estou pasmado: vede, Silvio.

Silv. Lua parece na verdade; está bem desfalcada. Nunca tal esperei ver.

Theod. Logo vos darei a razão, porque agora vista com os olhos parece mais brilhante que nunca. Deixai-me tirar daqui huma consequencia: e vem a ser, que se Venus tem quartos e minguantes como a Lua, he opaca como ella. Adverti que ella em si he hum globo, posto que a parte escura pela grande distancia se não veja, como succede na Lua.

Eug. Quem o póde duvidar?

Theod. A razão, por que Venus apparece com estes quartos e minguantes, vem a ser, porque Venus anda á roda do Sol, e quando está do Sol para cá, volta para nós a face escura, e para o Sol a allumiada; e quando está do Sol para lá, a mesma face allumiada, que volta para o Sol, fica tambem voltada para nós: então parece como a Lua cheia; e agora, que está do Sol para cá, assemelha-se á Lua nova. Porém como não

se

se mette bem entre nós e o Sol, sempre de ilharga lhe vemos alguma parte da face clara; bem como succede á Lua depois de ser nova: e á proporção que vai voltando Venus á roda do Sol, vai deixando ver cada vez mais a sua face illuminada, até que na *Opposição*, ou *Conjunção* superior a deixa ver toda.

Eug. Que quer dizer *Opposição*, e *Conjunção*? Já quando fallastes em Mercurio usastes deste termo; e não sei se o entendo bem.

Theod. *Conjunção* quer dizer que o Planeta está a respeito de nós junto com o Sol; isto he, o mais chegado apparentemente que lhe permitte estar a inclinação ou abertura da sua orbita. Ora Venus e Mercurio duas vezes se ajuntão com o Sol; huma quando passão lá por detrás delle, outra quando passão cá por diante delle; por isso tem duas Conjunções; quando passão além do Sol, he *Conjunção superior*; e quando passão entre nós e o Sol, chama-se *Conjunção inferior*. Vamos agora á *Opposição*. Dizer que hum Planeta está em opposição, he dizer que a respeito de nós fica o mais opposto ao Sol que póde ser; v. g. o Sol no Poente, e o Planeta no Nascente; ou o Sol bem em baixo no Meridiano inferior, e o Planeta bem em sima no superior; distando hum do outro, a respeito de nós, meio circulo do Ceo. Marte, Jupiter, e Saturno tem huma *Conjunção*, quando passão

são lá por detrás do Sol, ou quasi por detrás; e huma *Opposição* quando nós ficamos entre o Sol e elles. Advirto que quando chamamos á *Conjunção* superior de Venus e Mercurio Opposição, o fazemos assim, porque nesse caso fica o Sol no meio, Venus de huma parte, e a Terra da outra opposta diametralmente. Supponho que entendeis.

Eug. Perfeitamente: continuai.

Silv. Não vos esqueça a razão de agora brilhar Venus mais, quando parece que devia brilhar menos.

Theod. Agora está Venus muito mais chegada a nós, do que quando está cheia; e suppre a maior vizinhança o defeito da luz. Eu me explico mais. Venus tambem gira á roda do Sol em huma elise quasi circular; por isso ora dista mais, ora menos: porém a distancia media, contando-a em semidiametros da terra, são 17.559 semidiametros; e reduzida essa distancia a leguas Portuguezas, creio que são mais de 18 milhões: eu aqui a hei de ter n'um papel, pois de memoria não posso conservar senão os numeros mais grossos: são (18: 103.860) dezoito contos, ou milhões, cento e tres mil, oitocentas e sessenta leguas Portuguezas. Tambem vos disse já (1) que a distancia media do Sol á Terra erão mais de 25 milhões, ou contos de leguas. Supposto isto, quando Venus está no ponto mais dis-

(1) Pag. 89.

distante de nós, para lá do Sol, então volta para nós todo o hemisferio, ou face allumiada, e está cheia; e quando se parece com a Lua nova, está entre nós e o Sol; e vem a ficar muito perto de nós. Comparai agora as duas distancias entre si, e vereis huma incrivel differença. Quando está cheia, dista de nós tudo quanto vai de nós até o Sol, que são 25 milhões de leguas; e quanto vai do Sol até Venus, que são mais de 18 milhões de leguas, somma toda a distancia mais de 43 milhões de leguas, isto he, desprezando os quebrados (1); e quando Venus está como Lua nova, não chega a distar 7 milhões de leguas, por quanto daqui até o Sol vão 25 milhões de leguas; Venus fica para cá do Sol mais de 18 milhões. Logo de Venus para cá não chegão a 7 milhões de leguas, quando estando cheia são mais de 43 (2). Bem vedes que desprézo os quebrados, por não vos enfastiar.

Eug. He bem grande a differença: estando cheia, tem huma distancia quasi 7 vezes maior do que agora, que parece Lua nova.

Theod.

(1) Fallando rigorosamente, Venus na *Conjunção superior* dista da terra 43:132. 269 leguas.

(2) A distancia do Sol á terra são 25:028. 409: e descontando della a distancia do Sol até Venus, que são 18:103. 860, só restão de Venus a nós 6:914. 549 leguas.

Theod. Logo seguindo a doutrina que vos dei, fallando da Optica, quando vos disse que os corpos á proporção da sua distancia apparecião mais pequenos, segue-se que o corpo de Venus agora ha de apparecer quasi 7 vezes maior, que quando está como Lua cheia: e assim posto que agora vejamos mui pequena parte do seu hemisferio, ou face illuminada, ha de parecer-nos mais brilhante, que quando parecer Lua cheia. Esta distancia que dou de Venus ao Sol, he a media; porque humas vezes dista mais do Sol, e outras menos; e a differença se mede pela *excentricidade* da sua orbita; isto he, pela distancia que tem o Sol do verdadeiro centro da elise. A excentricidade pois de Venus vale quasi 124 semidiametros da terra; e assim comparando a sua maxima distancia do Sol com a minima, a differença que importa dobrada excentricidade, somma quasi 248 semidiametros da terra.

Desta distancia de Venus a respeito do Sol se segue, que nunca a poderemos ver separada delle mais de 47 gráos e 48 minutos. Sentemo-nos, e prosigamos com o discurso sobre Venus. O Grande Bianchini (1) que nos dá mui exacta imagem deste Planeta, lhe descobre varias manchas. Conta sete no seu Equador, e duas nos pólos; e em obsequio do nosso Grande Rei, e de sempre saudosa lembrança o Senhor D. João o

(1) Hesperi & Phosphori nova phænomen. cap. 4.

o V., lhe poz o seu nome na primeira, chamando-lhe *Mar Regio* de João o V.; á segunda chama *Mar do Infante D. Henrique*; á terceira *Mar do Rei D. Manoel*; em fim dá outras a varios Portuguezes famosos, ou que descubrirão as conquistas de Portugal. Mas depois que vistes as manchas da Lua, supponho que não me duvidareis disto, ainda que o meu Telescopio as não descubra; porque o de Bianchini era de 150 palmos de comprido, e muito melhor.

Eug. E tambem ha de ter seus montes e valles como a Lua.

Theod. Vós dizeis isso por conjectura; porque sendo hum corpo grande e opaco, naturalmente será escabroso, e as escabrosidades proporcionadas ao seu volume, serão montes altissimos; porém o caso he, que na realidade os tem, como lhe observou Mr. *De la Hire* (1); e por isso quando se vê desfalcada, a linha com que a sombra se divide da luz, tambem he tortuosa, como na Lua

Eug. Ahi fallastes no volume de Venus, mas não me dissestes ainda que tamanho tinha á proporção da Terra.

Theod. Venus tem hum volume sensivelmente igual ao da Terra (2). Isto he quanto á sua

(1) Memoir. de l' Academ. an. 1700.

(2) O volume de Venus, segundo o calculo de Mr de la Lande, he a respeito da Terra como 91.822 para 100.000.

sua natureza e tamanho de Venus ; vamos agora aos seus movimentos.

Eug. Já sei que anda á roda do Sol , como Mercurio ; mas não sei o tempo que gasta no seu giro.

Theod. Gasta no seu giro , a que chamamos tambem *periodo* , 224 dias , 16 horas , 41 minutos , e 32 segundos.

Silv. Isso vai com bem miudeza ; se ella andasse cá pela terra , não lhe poderião contar os passos mais miudamente.

Theod. Aqui vereis como os Astronomos são seguros e escrupulosos nas suas medidas ; e quando elles concordão todos n'uma cousa , por certissima a devemos dar ; pois bem vedes que em muitas não concordão , como já vos disse. E de caminho ide observando , Eugenio , que isto a seu tempo ha de servir ; que quanto os Planetas mais vão distando do Sol , mais tempo gastão no seu periodo ou volta. Mercurio gasta 87 dias , que são quasi 3 mezes ; e Venus consome 224 dias , que são 8 mezes pouco mais ou menos. Falta dizer-vos quanta he a inclinação da orbita de Venus a respeito da Eclitica ou caminho do Sol , para saber o que este Planeta se póde desviar do Sol na sua conjunção , ou opposição. A inclinação pois da orbita de Venus são sómente 3 gráos , 23 minutos e 20 segundos. Ainda resta outro movimento de Venus , a que chamão de *vertigem* , ou *rotação* , que he andar Venus á roda de si mes-

mesma como peão, assim como disse que andava o Sol.

Eug. E tambem Venus anda á roda de si mesma?

Theod. Como tem manchas, por ellas se póde conhecer se tem este movimento, e quanto tempo gasta nelle. Seguindo o Bianchini, que he texto nas observações de Venus (1), gasta em huma revolução 24 dias, e quasi 8 horas. Ultimamente o que agora me occorre dizer-vos ácerca de Venus, he huma grande dúvida, em que hoje estão os Astronomos, sobre se tem algum Satelite, como a Terra, Jupiter, e Saturno. Cassino, grande Astronomo, no Tratado da luz Zodiacal, diz que em 1672 observára huma como nuvemsinha clara junto de Venus, que teria quasi a quarta parte do seu diametro: 14 annos depois teve occasião de tentar nova observação, e com mais clareza vio que a tal nuvem clara teria, a respeito de Venus, a mesma proporção, que tem a Lua com a Terra. *David Gregorio*, tambem grande Astronomo (2), falla mais resoluto neste ponto. Porém na Historia da Academia Real de París (3) acho que hum célebre Inglez *Short Scoto* no anno de 1740 com hum Te-

(1) Hesperi & Phosphori nova phænom. cap. 5.

(2) Astron. Phys. lib. 6. pag. 710. da Ediç. de Geneb.

(3) An. 1741. pag. 124. da Ediç. de Par.

Telescopio de reflexão de 16 pollegadas, distinctamente observára em Venus hum Satelite, que distava della 10 minutos e 20 segundos. Alguns tempos depois repetio a observação, mas de balde. Ultimamente M. Baudouin apresentou á Academia de París em 1761 huma observação feita em Limoges no mesmo anno por M. Montaigne com bastante exacção; mas não he ainda de modo que se possa dar por certo o Satelite. Vamos aos demais Planetas.

Silv. E não dizeis nada dos habitadores de Venus, que passeem lá pelos seus montes e valles?

Theod. O que disse dos habitadores da Lua, se póde applicar aos de Venus, posto que aqui lhe acho outra difficuldade, e muito maior em Mercurio; e he o grande calor do Sol, que padecerião os habitadores em tão pouca distancia do Sol; e tambem porque em Venus, como se revolve em 24 dias, dura o Sol em qualquer lugar da sua superficie 12 dias continuos, sem haver o intervallo das nossas noites, em que se refrigerem; e hum tão grande calor, e tão continuado, não me parece que deixará ser habitavel o paiz; eu pelo menos não o invejo.

Silv. Nem eu tambem.

§. II.

Da Terra e Marte.

Theod. NO's estamos em Planeta mais accommodado: fallo pela frase dos Copernicanos, que chamão á nossa Terra hum Planeta. Estes dizem que a Terra se move á roda do Sol, como Venus; mas em distancia maior. Nós havemos de fallar huma tarde de vagar sobre este systema, e então vos direi a minha opinião: por ora, para não interromper a serie que levo, tocarei no que elles dizem de passagem. Dizem pois que a Terra he hum Planeta, que dista do Sol (24. 275) vinte e quatro mil, duzentos e setenta e cinco semidiametros da Terra, que reduzidos a leguas Portuguezas, são (25:028. 409) vinte cinco contos, e vinte oito mil, quatrocentas e nove leguas; he a mesma distancia, que eu dei ao Sol hontem. Esta Terra nesta opinião he hum Planeta redondo, opaco, e escuro, pouco maior que Venus. Quando huma tarde fallarmos da Terra com miudeza, vos darei bem exacta idéa da sua figura, e grandeza. Esta Terra pois, dizem os Copernicanos, que gira á roda do Sol em 365 dias, 5 horas, 48 minutos, e 45 segundos; ou em menos palavras, que faz o giro á roda do Sol em hum anno completo. Além dis-

disso, tambem dizem que tem seu movimento de rotação á roda do seu eixo; e deste modo se fórma o dia e a noite; sendo dia, em quanto nós andamos á vista do Sol; e sendo noite, quando voltamos pela parte que o não vê. Esta rotação, a que elles chamão movimento diurno, se faz no espaço de 23 horas, 56 minutos, e 4 segundos. Não são 24 horas completas, pela razão que eu vos direi em seu lugar. Tambem a Terra tem a sua orbita excentrica, isto he, não lhe fica o Sol bem no centro della, fica mais para hum lado; e por isso nem sempre a Terra guarda a mesma distancia do Sol. A sua excentricidade vale quasi 408 semidiametros da Terra; e por conseguinte comparando a maxima distancia do Sol á Terra com a distancia que tem quando está mais perto, vem a ser a differença quasi 816 semidiametros, que importão (840. 956) oitocentos e quarenta mil, novecentos e cincoente e seis leguas. E tanto fica o Sol mais perto de nós de inverno, do que de verão; por quanto de inverno he a menor distancia, ou perihelio da orbita da Terra, ou da do Sol. Esta orbita não tem inclinação alguma á Eclitica, pois na opinião destes Astronomos, ella he a mesma Eclitica; e no mesmo circulo, em que o Sol se move á roda da Terra, dizem elles que a Terra se move á roda do Sol. As miudezas deste systema, que he admi-

ravelmente engenhoſo, pedem outra occaſião. Iſto baſta por ora.

Silv. Vós chamais-lhe engenhoſo, eu não vi maior deſpropoſito, nem couſa mais claramente falſa.

Theod. Devagar, Silvio: digo que he engenhoſo, porque eu vos moſtrarei o motivo que tem hoje todos para confeſſar o que eu confeſſo. Vamos a Marte, que he o quarto Planeta neſte ſyſtema.

Eug. E creio que no que pertence a Marte já todos os Aſtronomos concordão, e que ſó a differença entre elles he ácerca da Terra.

Theod. Aſſim he. Marte he hum globo opaco como os outros Planetas, e reflecte a luz do Sol, e com eſſa he que brilha; porém he mais amortecida que a de Venus, e mais avermelhada. Vejamo-lo com o Teleſcopio, que lá o temos defronte de nós.

Eug. Até com os olhos ſe vê a ſua luz algum tanto vermelha, ſe a imaginação me não engana.

Theod. Ahi eſtá o Teleſcopio apontado, vede-o.

Eug. Cá o vejo: he muito mais pequeno que Venus.

Silv. Baſta eſtar muito mais diſtante.

Theod. Por eſſa razão certamente havia de parecer muito menor; porém além diſſo elle na verdade he muito mais pequeno. Vede, Silvio.

Silv. E muito embaçada he a ſua luz, e al-

gum

gum tanto tira para vermelha : está bem posto o nome de Marte pelo que tem de sanguineo.

Theod. Reparai, que talvez lhe vejais huma mancha escura no meio (*Estamp.* 2. *fig.* 6.). Dizem que foi Francisco Fontana o primeiro que lha observou.

Est. 2. fig. 6.

Silv. Lá me parece que a vejo. Como já vi as da Lua, não duvido que Marte tambem as tenha.

Eug. Eu quero vella .... lá está .... quanto mais applico a vista, e vou reparando, melhor a vejo.

Theod. He necessario huma pessoa acostumarse a ver pelo Telescopio, para ver bem por elle; porque o crystallino dos olhos vai pouco a pouco tomando a figura conveniente, e a alma vai-se esquecendo das imagens estranhas, que antes immediatamente tinha percebido pela vista, e póde reparar mais nesta que agora percebe. Advirto que o grande Maraldi testifica que lhe tem observado varias manchas e faxas escuras, mas mudaveis; o que dá fundamento a crer que Marte tem alguma *atmosfera* á roda de si, e que essas manchas mudaveis serão nuvens. E lembro-me que já li huma observação (não me lembra de quem era) que confirmava este pensamento; porque quando Marte hia encubrindo alguma Estrella á nossa vista, hum pouco antes que a occultasse, e hum pouco depois de se manifestar, mudava algum tanto de côr a Estrella, ficando per-

perturbada a sua luz, signal de que começava a occultar-se primeiro pela *atmosfera* transparente que rodeava o Planeta. Porém a atmosfera de Marte não haveis de vós ver, Eugenio.

Eug. Não; porém tenho visto a sua figura, e côr; e sei que he muito mais pequeno que Venus: mas quanto será mais pequeno que a Terra?

Theod. Os calculos que sigo, dão-lhe mais de metade do diametro da Terra, o que reduzido a leguas Portuguezas, são 1. 383 leguas das nossas; e de superficie tem (6:013. 561) seis milhões, e treze mil, quinhentas e sessenta e huma leguas quadradas; o que vem a ser menos da ametade da superficie da Terra. Ultimamente o seu volume he quasi tres vezes menor que o volume da Terra.

Eug. E que distancia tem do Sol?

Theod. A distancia reduzida a semidiametros da Terra dá (36. 989) trinta e seis mil, novecentos e oitenta e nove semidiametros: em leguas Portuguezas vale esta distancia (38:135. 607) trinta e oito contos, cento e trinta e cinco mil, seiscentas e sete leguas. Esta he a distancia media de Marte ao Sol.

Eug. E quanta he a excentricidade da sua orbita? Eu imagino que daqui depende saber quanta differença vai da distancia media á maxima, ou minima.

Theod. Dizeis bem; porque accrescentando a ex-

excentricidade á distancia media, temos a maxima; e descontando-a, temos a minima. A excentricidade pois de Marte vale 3. 451 semidiametros e meio, que importa tudo em (3:558. 539) tres contos, quinhentas e cincoenta e oito mil, quinhentas e trinta e nove leguas. Vamos ao tempo que gasta no seu periodo á roda do Sol: são 686 dias, 22 horas, 18 minutos, e 27 segundos, ou quasi dous annos: falta-lhe mez e meio.

Eug. Pois Marte não gasta vinte e quatro horas em correr o Ceo todo, como fazem as Estrellas?

Theod. Valha-vos Deos, Eugenio: isso he o movimento á roda da Terra; porém nós ainda não fallámos senão do movimento dos Planetas á roda do Sol; o movimento dos Astros todos em 24 horas á roda da Terra pede discurso á parte.

Eug. Tenho percebido. Dizei-me agora: E Marte tambem tem movimento de vertigem, ou rotação á roda do seu centro?

Theod. Tambem; e gasta em huma rotação 24 horas e 40 minutos.

Eug. Anda muito mais ligeiro que Venus, que gasta vinte e quatro dias.

Silv. Venus he Dama e Senhora, e Marte he Soldado, deve dar voltas com mais presteza, e Venus com mais gravidade.

Theod. Gastais bom humor: os Astronomos tem pensamentos mais serios.

Silv.

Silv. Sim, e mais melancolicos: ide proseguindo, e vede lá não vos escape hum minuto, ou huma pollegada mais nessa distancia, que he caso para perder muitas noites ao sereno. Eu não era para essa vida. Mas continuemos.

Theod. Advirto-vos agora, que se fallarmos da distancia de Marte a nós, he muito diversa; porque Marte não anda á roda da Terra, mas á roda do Sol; posto que tambem comprehenda a Terra no ambito do seu giro: e por este discurso já vedes que humas vezes Marte ha de ficar muito perto de nós, outras muito longe. Agora supponhamos nós que está Marte em *Opposição* com o Sol, isto he quando nos fica o Sol de huma parte, e Marte da opposta em correspondencia: neste caso, temos Marte muito perto de nós; porque toda a distancia do Sol a Marte são pouco mais de 38 milhões de leguas; porém nós ficamos no caminho que vai do Sol a Marte, e distamos do Sol 25 milhões e pouco mais, restão 13 milhões de leguas de nós até Marte; e por isso elle ás vezes apparece muito mais perto de nós do que o Sol; porém quando Marte anda na volta além do Sol, e chega á *Conjunção*, fica mui longe de nós; porque d'aqui até ao Sol são 25 milhões de leguas, do Sol até Marte são 38; somma tudo mais de 63 milhões de leguas, e cá na *Opposição* erão sómente 13. Vede que differença,

Eug.

Eug. He maior do que eu imaginava.

Theod. Falta ainda dizer a inclinação da orbita de Marte a respeito da Eclitica, ou orbita do Sol; porque nenhum Planeta concorda com elle, todos cruzão os caminhos em duas partes ou *Nós*; porém a orbita de Marte differe mui pouco, e só tem de inclinação 1 grão, e 52 minutos; vem a ser quasi dous grãos. No que toca a isto, vós, Silvio, concordais maravilhosamente.

Silv. E porque não? se isso são cousas demonstradas, e tambem os nossos Filosofos concordão nisso.

§. III.

De Jupiter, e seus Satelites.

Eug. QUe mais tenho que saber de Marte?

Theod. Não me occorre mais nada, que haja de dizer agora; por quanto o que falta, só o podereis perceber bem, quando fallarmos do jogo admiravel de todos os Planetas entre si. Entremos a fallar de Jupiter; e vamos visitallo com o Telescopio, porque gostareis de o ver.... Ahi o tendes.

Eug. Venus me parecia huma Lua quasi nova, e Jupiter visto pelo Telescopio parece huma Lua cheia: he formoso; e a sua luz

mui

mui brilhante e clara, bem ſemelhante á de Venus. Chegai, Silvio.

Sil. Iſto agora he outra couſa mui diverſa de Marte: he clariſſimo, e mui grande.... Tenho viſto.

Theod. Ainda que a diſtancia em que Jupiter eſtá a reſpeito do Sol, he mui grande, o ſeu disforme volume, e a claridade da ſua luz compensão aſsás a diſtancia. Entre todos os corpos Celeſtes do ſyſtema ſolar, he o maior abaixo do Sol. Se o compararmos com a Terra, he 1.479 vezes maior que ella. E já vedes que he globoſo: porém quero advertir-vos, que Jupiter na realidade não he globo perfeitamente esferico; he como huma laranja algum tanto chata, que não tem tanto comprimento no diametro que vai de alto a baixo, como no que vai de hum lado ao outro. A eſta figura chamão os Geometras *esferoide*: tomai de memoria eſte nome; porque eſta he a figura da Terra, como vos direi a ſeu tempo.

Eug. Eu pelo Teleſcopio não lhe conheci deſigualdade nos diametros, como dizeis.

Theod. Baſta que lha tenhão conhecido os Aſtronomos, que usão de melhores Teleſcopios, e outros inſtrumentos exactos, que são para iſſo preciſos.

Eug. Não duvido.

Theod. Vamos ao pezo de Jupiter, e á ſua denſidade, porque ha modo para ſe poder calcular; o que não ſuccede a Marte, nem Ve-

Venus, nem Mercurio: a seu tempo eu vos direi a razão. Sendo Jupiter 1.479 vezes maior que a Terra, no seu pezo não a excede tanto como no volume, porque não he tão denso como ella. Tomando absolutamente as quantidades de materia, que ha em Jupiter e na Terra, ou os pezos absolutamente, he Jupiter mais pezado que a Terra 340 vezes; e por este calculo vem a ficar a Terra mais densa que Jupiter quatro vezes, e alguma cousa mais.

Eug. Por esse vosso discurso he Jupiter da mesma densidade que tem o Sol, o qual me dissestes hontem que era 4 vezes menos denso que a Terra.

Theod. Assim disse; porém o Sol ainda he alguma cousa mais denso que Jupiter; por isso a Terra excede na densidade a Jupiter mais alguma cousa, além das 4 vezes, e não chega a exceder ao Sol quatro vezes perfeitamente, como hontem vos disse (1).

Silv. Se vós tivesseis balanças para pezar esses immensos volumes, e os tivesseis á mão, não podieis fallar nessa materia com mais miudeza, e segurança.

Theod. Tudo isso vence a paciencia, e o discurso, e o estudo dos Astronomos, que ajuntão a observação com a Mecanica Celeste. Segue-se agora a distancia de Jupiter ao Sol: como elle se move em Elise á roda do Sol, ora dista mais, e ora menos; porém a distancia media vale (126.258) cen-

(1) Pag. 79.

cento e vinte e ſeis mil , duzentos e cincoenta e oito ſemidiametros da Terra ; porém reduzindo tudo a leguas Portuguezas, são (130 : 172 . 249) cento e trinta milhões , e cento e ſetenta e duas mil , duzentas e quarenta e nove leguas. A excentricidade vale 6. 136 ſemidiametros, que são, reduzindo-os a leguas , (6 : 326 . 430) ſeis contos , trezentas e vinte e ſeis mil , quatrocentas e trinta leguas. Iſto accreſcentado á diſtancia media , faz a maxima diſtancia de Jupiter ao Sol.

Eug. Bem ſei ; e tirada eſſa conta da diſtancia media , fica a diſtancia minima. Porém iſto he fallando de Jupiter a reſpeito do Sol ; mas a reſpeito da Terra , que diſtancia tem ?

Theod. Quando eſtá em conjunção com o Sol , naſcendo junto com elle , e pondo-ſe ao meſmo tempo ; como anda na volta de além do Sol , fica mui longe de nós ; e importa eſſa diſtancia em (155 : 200 . 658) cento e cincoenta e cinco milhões , e duzentas mil , ſeiscentas e cincoenta e oito leguas. Porém quando anda em oppoſição do Sol , ſó diſta de nós (105 : 143 . 840). cento e cinco milhões , cento e quarenta e tres mil , oitocentas e quarenta leguas.

Silv. Ouço fallar em milhões de leguas como quem falla em varas , ou braças.

Theod. A noſſa imaginação coſtumada á pequenhez deſtas couſas terrenas , eſtranha quando ſe levanta á admiravel fabrica do

Pa-

Palacio do Omnipotente : profigamos. Sendo pois tanta a distancia de Jupiter ao Sol, tambem crefce o tempo que elle gasta em dar hum giro á roda delle ; porque se Marte gasta quasi dous annos, para Jupiter são precisos quasi doze, porque gasta 4.330 dias, 8 horas, 58 minutos e 27 segundos, que são 11 annos, 312 dias, 17 horas, 2 minutos e 12 segundos, dando a cada anno 365 dias, 5 horas, 48 minutos, e 45 segundos, isto he, quasi doze annos.

Eug. Vai grande differença.

Theod. Porém o movimento de rotação á roda do seu eixo he velocissimo, porque só gasta 9 horas e 56 minutos ; e d'aqui, quanto a mim, póde proceder ter Jupiter tão pequena densidade ; pois, como disse, he menos denso que o Sol ; porque a grande força *centrifuga* adquirida com a velocissima rotação impede muito a gravidade mutua das partes, e não as deixa chegar tanto para si, e fica o corpo menos denso ; pelo menos he certo que deste movimento e força *centrifuga* nasce o ser mais alto no seu Equador, e ter figura esferoide. A inclinação da sua orbita a respeito da Eclitica he mui pequena, vale só hum grão, 19 minutos e 10 segundos.

Silv. Sentemo-nos, que insensivelmente ficámos ao pé do Telescopio, sem necessidade alguma, recebendo o luar.

Theod. Ora tende mais hum pouco de incommodo, e tornai a ver Jupiter, porque ain-

ainda não reparastes n'umas cintas negras que tem : eu vos accommodo o Telescopio á vossa vista, que, como he diversa da minha, poderá não estar no ponto preciso.... Vede ; porém esperai hum pouco que os olhos se costumem ao Telescopio, e então me direis o que vedes.

Est. 2. fig. 7.

Silv. Cá vou vendo (*Estamp.* 2. *fig.* 7.) humas cintas escuras, que o atravessão de parte a parte ; e creio que o cingiraõ em redondo.

Eug. Deixai-mas ver.

Silv. Vede....

Eug. Não ha dúvida : eu vejo-as clarissimamente.

Theod. Pois sabei que ás vezes tem duas, ás vezes tres cintas, e humas vezes são mais chegadas entre si, outras mais affastadas. O grande Cassino observou-lhe, além das faxas escuras, huma nodoa, que lhe durou tres annos continuados ; depois desappareceo, e tornou a apparecer alternativamente, de sorte que desde o anno de 1665 até 1708 tem apparecido 8 vezes. Mas antes que deixemos o Telescopio, vede os Satelites de Jupiter, ou as suas Luas, que lhe fazem corte e acompanhamento : são 4.... lá os tendes (*Estamp.* 2. *fig* 8.).

Est. 2. fig. 8.

Eug. Eu vejo dous de cada parte. Vede, Silvio. Todos estão n'uma carreira direita.

Silv. São humas estrellinhas mui claras, e mui vivas : a isto chamais vós Satelites de

Ju-

Jupiter ; eu creio que são Estrellas do Céo, e destas achareis quantas quizerdes.

Theod. Silvio não crê nada senão á força : não são Estrellas , eu vos mostro huma Estrella pelo Telescopio , e vereis a differença.... Vede.

Silv. Tendes razão ; estoutra luz dos Satelites he muito mais viva e clara , e não scintilla.

Theod. Ora sentemo-nos... Já vos disse, que á roda de Jupiter andão quatro Satelites ou Luas , que são huns globos opacos , como os demais Planetas , e por isso padecem frequentes eclipses ; porque como girão á roda de Jupiter , e este faz sua sombra para a parte opposta ao Sol , muitas vezes entrão nella ; e em quanto a não atravessão ficão ás escuras ; assim como succede á nossa Lua , quando entra na sombra da Terra , de quem he Satelite. Além disso , por mais tres motivos se podem occultar os Satelites ; hum he quando passão por diante de Jupiter , porque a sua luz confunde-se com a de Jupiter. Tambem quando passão por detrás delle , se não podem ver : adverti , que muitas vezes estão escondidos atrás de Jupiter , e não estão eclipsados ; porque o Sol ficando de ilharga lá os póde allumiar ; e outras vezes ficando desembaraçados de Jupiter , e bem para a ilharga , se eclipsão de repente ; porque se para esse lado cahe a sombra de Jupiter , ficandolhe o Sol da parte opposta , forçosamente

se

se hão de eclipsar. Além destes motivos, ainda ás vezes se não deixão ver bem; e isso succede, quando hum Satelite cá na volta de diante corresponde ao outro que vem na volta detrás, de sorte que a vista os confunde; e já me tenho visto bem embaraçado com isto; porque sabendo pelas Efemerides, que não podião estar eclipsados, me faltava hum Satelite; porém pouco a pouco desencontrando-se entre si, via que de hum se me fazião dous; e conhecia o engano.

Silv. Para tudo se requer experiencia.

Theod. Tambem outra cousa embaraça os que não a tem; porque achão nos livros que os Satelites sempre andão em giro á roda de Jupiter, e nunca os vem senão n'uma linha recta com o mesmo Jupiter, e admirão-se; mas he porque não advertem que os circulos, que fazem os Satelites á roda do seu Planeta, estão dispostos de modo, que só os podemos ver de topo; e assim parecem huma linha recta; do mesmo modo que se eu pegar n'um arco de pipa, e o puzer horizontalmente diante dos vossos olhos, vós sabereis que he circulo, porque o vistes já n'outra postura; porem nesta, que digo, haveis de confessar que parece huma linha recta.

Eug. Assim he.

Theod. Logo o mesmo ha de succeder ás orbitas dos Satelites. Nós na situação em que estamos, só podemos ver que elles se chegão

gão para Jupiter, e que passão para a outra parte, e que se vão affastando delle até certo ponto, e d'ahi tornão a buscallo, e passão por elle para a outra parte: porém o discurso suppre a falta da vista, e conhecemos que passão para huma parte por diante, e tornão a repassar por detrás, e assim andão n'um giro continuado.

Eug. Percebo: porém ainda falta saber as distancias dos Satelites a respeito de Jupiter, e os seus tamanhos, e movimentos.

Theod. Parece que desejais saber muito: as distancias e movimentos vos direi eu; mas as suas grandezas não. Bem creio eu que são maiores que a Lua, e talvez ainda maiores que a Terra, porque a distancia, em que se vem, he excessiva; porém não ha ainda observações sobre que se possa formar calculo que mereça credito. Nas distancias, e movimentos ha certeza. O primeiro e mais chegado a Jupiter dista do centro do Planeta 5 semidiametros de Jupiter e dous terços; faz o seu giro em 1 dia, 18 horas, 27 minutos, e 33 segundos. O segundo Satelite dista do centro de Jupiter 9 semidiametros; e no giro gasta 3 dias, 13 horas, 13 minutos e 42 segundos. O terceiro dista 14 semidiametros, e dous quintos; gira no espaço de 7 dias, 3 horas, 42 minutos, e 33 segundos; ultimamente o quarto Satelite dista 25 semidiametros e hum terço, e revolve-se á roda de Jupiter em 16 dias, 16 horas, 32 minutos, e 8 segundos.

E antes que vós, Eugenio, me pergunteis da sua rotação á roda dos proprios eixos, e das suas manchas, e outras cousas mais, que se não sabem, vamos a Saturno.

Silv. Os criados de Jupiter não merecem aos Astronomos tanta attenção como seu amo.

Theod. Muita attenção devem aos Astronomos; e com razão, porque servem os seus eclipses de dar grandissima luz á Geografia; porem não podem alcançar os nossos Telescopios essas miudezas.

Eug. Que boas diligencias lhe terão feito!

§. IV.

De Saturno, e seu Annel, e Satelites.

Theod. Resta-nos Saturno, o ultimo dos Planetas Primarios. A sua figura he bem fóra do ordinario, porque he hum globo mettido dentro de hum annel chato, e largo; não quero que vós me creais; dai credito aos vossos olhos. Eu vo-lo mostro.... Vede-o (*Estamp.* 2. *fig.* 9.).

Est. 2. fig. 9.

Eug. Não ha figura mais extravagante: he huma bola de prata dentro de huma bacia de prata.

Theod. Não tendes razão; porque não tem fundo essa que chamais bacia: he hum annel solto; e o que vedes por baixo do annel

he

he o restante do globo, ou corpo de Saturno.

Silv. Deixai-me ver isso .... A mim parece-me hum chapéo de dous ventos .... accommodai-me, Theodosio, o Telescopio á minha vista .... Agora vejo bem: tendes razão, Theodosio; he hum annel, e mui largo por comparação da bola; porque das ilhargas ficão dous vãos entre a bola e o annel.

Theod. Ora já que o tendes á vista, reparai em varias cousas, que servem para o nosso ponto. Primeiramente no annel não se lhe percebe grossura; e bem se vê que he chato, e largo. Além disso, por baixo do annel se ha de ver no corpo do Planeta huma como franja escura, que pende do annel: reparai bem, Silvio; e depois Eugenio se certificará.

Silv. Assim he; tambem tem sua cinta escura. Vede, Eugenio.

Eug. Não ha duvida.

Theod. Não he cinta de Saturno isso que vedes; he sombra, que faz o annel, e cahe no corpo de Saturno. Reparai: o annel recebe luz do Sol pela parte de sima; e por isso o vedes claro como prata; e assim deve fazer sombra para baixo; e essa parte de Saturno, que fica encuberta com o annel, havemos de vella escura, porque lhe não dá a luz do Sol. Quando porém o annel recebe a luz do Sol pela face debaixo, então fica Saturno do annel para baixo totalmente claro; mas sobre o annel immediatamente

apparece huma como fita escura, que he a sombra que faz o mesmo annel para sima (1). Neste caso fica invisivel o annel cá para nós, porque nos volta a face escura, e não se póde perceber; e apparece Saturno como huma bola atravessada com huma faxa negra (*Estamp.* 2. *fig.* 10.). Outras vezes apparece Saturno sem annel, não porque o perdesse, mas porque está voltado de modo, que o vemos de topo; e então só poderiamos perceber a sua grossura, se ella fosse sensivel; mas não podemos ver nenhuma das suas faces (2). E quando o annel vai mudando de postura, que começamos a ver huma face delle, parece que nascêrão a Saturno duas azas pequeninas, e faz esta figura, que aqui vos desenho com o lapis (*Estamp.* 2. *fig.* 11.); e quanto mais se vai voltando o annel, mais visivel fica, como agora o vistes no Ceo. Advirto porém que nunca se volta de todo, para o vermos de chapa.

Est. 2. fi. 10.

Est. 2. fig. 11.

Eug. Desse discurso se colhe que o annel he da mesma materia, e natureza que os outros Planetas, porque he opaco como elles. E que vem a ser este annel?

Theod. A melhor opinião diz que he huma mul-

(1) Isto succede todas as vezes que o plano do annel continuado passaria por entre a Terra e o Sol.

(2) Este segundo caso de ficar o annel invisivel, succede quando o plano do annel se o continuassem viria a dar na Terra.

multidão de Satelites, que em determinada diſtancia de Saturno ſe revolvem em ſuas orbitas; os quaes ainda que na realidade não eſtejão juntos, e tocando huns nos outros, contudo, como os vemos de muito longe, confunde-ſe a luz de huns com a dos outros, e parece huma chapa de prata continuada.

Eug. Por iſſo o annel não ajuſta com o corpo de Saturno; porque os Satelites, ainda os mais vizinhos, não hão de roçar pela ſua ſuperficie, mas ſempre conſervarão ſua tal ou qual diſtancia della. Porém devem ſer innumeraveis, para occuparem todo o eſpaço que occupa o annel.

Theod. O Omnipotente quando os creou, tão pouca difficuldade tinha em fazer hum ſó, como em produzir milhões de milhões de Satelites. Logo trataremos dos cinco Satelites diſtinctos, que o acompanhão em maior diſtancia; vamos acabar de fazer exame ſobre o corpo de Saturno. O ſeu diametro he pouco mais de dez vezes maior que o da Terra, e tem das noſſas leguas (20.833) vinte mil, oitocentas e trinta e tres. A ſuperficie he quaſi 103 vezes maior que a da Terra, e contém (1;364:554.586) mil, trezentos e ſeſſenta e quatro milhões, quinhentas e cincoenta e quatro mil, quinhentas e oitenta e ſeis leguas quadradas. Ultimamente comparando o ſeu volume com o da Terra, he 1.030 vezes maior que o della. Falta agora dizer o ſeu pezo. Como

mo tem Satelites, que girão á roda delle, temos methodo para isso, e sabe o pezo de Saturno quasi 107 vezes maior que o da Terra. Ora sendo Saturno 1. 030 vezes maior que a Terra no volume, e excedendo-a só 107 vezes no pezo, bem se ve que he muito menos denso que a Terra, e assim comparando as duas densidades entre si, vem a ser a Terra quasi 10 vezes mais densa que Saturno. Isto he no que toca ao corpo de Saturno, que o annel não se póde pezar.

Eug. E tem algumas manchas fóra a sombra do annel?

Theod. Eu não lhas vi ainda; porém, como já vos disse, não me admiro, porque não he dos melhores o meu Telescopio, posto que grande. Cassino lhe vio tres faxas; porém a do meio era tão debil, que só com hum Telescopio de 171 palmos a podia ver.

Silv. He enorme grandeza de Telescopio.

Theod. Tudo he preciso para as nossas observações; e ainda assim quando não chegamos a ver, accommodamo-nos; e não aventuramos o nosso discurso meramente sobre a imaginação, como fazião os Filosofos algum dia, que assentavão que o mesmo era representar-se-lhes huma cousa na sua idéa, que logo ser assim na realidade. Isto digo eu, até contra muitos Modernos; não he só contra os vossos Peripateticos.

Silv. Vamos a saber que distancia tem Satur-

turno do Sol, que he o que agora nos importa.

Theod. A sua distancia media são (231.576) duzentos e trinta e hum mil, quinhentos e setenta e seis semidiametros da Terra; e reduzindo esta distancia toda a leguas nossas, são (238:755.242) duzentos e trinta e oito milhões, setecentas e cincoenta e cinco mil, duzentas e quarenta e duas leguas. Isto he fallando da distancia media. Agora para saberdes quanto ella cresce ou diminue, he preciso saber a excentricidade. Vale pois a excentricidade 12.917 semidiametros, que reduzidos a leguas, são (13:317.616) treze milhões, trezentas e dezesete mil, seiscentas e dezeseis leguas; e por conseguinte Saturno dista do Sol na menor distancia (225:437.626) duzentos e vinte e cinco milhões, quatrocentas e trinta e sete mil, seiscentas e vinte e seis leguas; e na maior distancia (252:072.858) duzentos e cincoenta e dous milhões, e setenta e duas mil, oitocentas e cincoenta e oito leguas. Esta he a distancia de Saturno ao Sol.

Eug. E quanto dista da Terra?

Theod. Já sabeis que havemos de considerar Saturno em dous pontos. No ponto mais distante lá além do Sol, que he na conjunção com elle, e succede quando Saturno nasce com o Sol, e com o Sol se põe, aqui dista muito de nós; porque são (263:783.651) duzentos e sessenta e tres mi-

milhões, setecentas e oitenta e tres mil, seiscentas e cincoenta e huma leguas. Porém no ponto da sua opposição sómente dista de nós (213:626.833) duzentos e treze milhões, seiscentas e vinte e seis mil, oitocentas e trinta e tres leguas. Tendes tomado sentido no modo de contar?

Eug. He accrescentar, ou tirar da sua distancia media a distancia de nós ao Sol.

Theod. Isso he. Vamos agora ao tempo do seu periodo. Gasta pois Saturno 10.749 dias, 7 horas, 21 minutos, e 50 segundos, que reduzidos a annos, fazem 29 annos, 157 dias, 6 horas, 48 minutos e 5 segundos. A semelhança e analogia com os outros Planetas dá fundamento para se suspeitar, que elle tambem se moverá á roda do seu eixo; mas não ha observação que o prove. A sua orbita tem a respeito da Eclitica 2 gráos de inclinação 30 minutos e 20 segundos.

Eug. Faltão-nos os 5 Satelites.

Theod. Todos tem suas particulares distancias; e á proporção, diversos tempos de periodo ou giro. O primeiro e mais chegado a Saturno dista delle, ou, para fallar em rigor, dista do centro de Saturno quasi dous semidiametros do annel (1). Faz o seu giro em 1 dia, 21 horas, 18 minutos e 27 segundos. O segundo Satelite dis-

(1) O primeiro Satelite dista do centro de Saturno semidiametros $1\frac{14}{15}$

difta 2 femidiametros e meio ; gafta em girar 2 dias , 17 horas , 44 minutos e 22 fegundos. O terceiro difta 3 femidiametros e meio ; o feu periodo he de 4 dias , 12 horas , 25 minutos e 12 fegundos. Reparai que os mais diftantes fempre gaftão mais tempo , femelhantemente ao que fazem os Planetas grandes á roda do Sol. O quarto Satelite difta 8 femidiametros ; e revolve-fe á roda de Saturno em 15 dias , 22 horas , 34 minutos e 38 fegundos. A diftancia do quinto he de 23 femidiametros ; e a fua volta confome 79 dias , 7 horas e 47 minutos. Seguem-fe agora os Cometas : aqui havemos de ter pendencia, amigo Silvio.

§. V.

Dos Cometas, e fuas orbitas.

Silv. SE a voffa doutrina for oppofta á que eu eftudei , forçofamente hei de duvidar della , até que a razão me convença. Já eu vejo que vós não fois da opinião de Ariftoteles fobre os Cometas. Elle diz , que não são outra coufa mais que exhalações fulfureas , as quaes , fubindo da Terra , fe accendem ; e accezas durão em quanto fe não confomem. Até aqui eu eftava nefta opinião ; e não me apartarei della , fenão por força da razão , pela venera-

çáo

ção que se deve a hum tão grande homem, e Mestre do mundo todo.

Theod. De opinião semelhante, posto que com alguma diversidade, forão outros grandes homens, ainda que não lográrão esse honorifico e fingido titulo, que dais a Aristoteles. *Hevelio* e *Argolo* querem que os Cometas sejão vapores e exhalações dos Planetas; outros dizem que são producções da região eterea; e o grande Keplero he desta opinião; e me admiro de que hum tão grande Astronomo como Keplero, seja tão pouco digno de attenção em discurso puramente fysico. Outros dizem que o Cometa he huma nuvem mui alta e illuminada pelo Sol; outros seguem opiniões diversas: porém hoje, creio eu, que nenhum Filosofo, que tenha nome, tal seguirá; porquanto aos antigos faltarão-lhes as observações que nós hoje temos; particularmente as do anno de 59 para cá, que tirárão, quanto a mim, toda a duvida nesta materia.

Silv. Pois porque não seguiremos algum desses grandes Homens?

Theod. Primeiramente os Cometas não podem ser exhalações da Terra; porque estas exhalações não sobem senão pelo ar, obrigadas do maior pezo delle; e ainda que vós as vejais lá no Ceo correr a modo de huma Estrella que cahe, tudo isso se fórma mui perto de nós. Assim como o arco Iris parece pintado no Ceo, e se fórma nas

pin-

pingas da chuva, que ás vezes cahem de huma nuvem bem baixa. Portanto não podem os vapores da Terra subir, nem á altura da Lua, quanto mais á altura dos Cometas, que ás vezes he muito maior que a do Sol. Além de que, quando os Cometas passassem por junto do Sol, como v. g. o Cometa do anno de 1680, que chegou ao Sol tanto, que distava delle a sexta parte do diametro do Sol, que calor não havia de experimentar ahi? e como se não havião de dissipar esses vapores? Newton calculando pelo calor, que nós experimentamos na força do verão, estando cá tão longe do Sol, o calor que esse Cometa experimentaria, tão perto delle, julga que seria 2.000 vezes maior que o de hum ferro em braza: e como he crivel que tão activo calor não dissipasse esses vapores, no caso que (como dizeis) os Cometas fossem meros vapores da Terra? O mesmo digo contra a opinião dos que querem que sejão vapores dos outros Planetas, ou nuvens allumiadas pelo Sol. Nós observamos, que os Cometas durão muitos tempos. O célebre Cometa de 59 durou 6 mezes, e ainda mais: e como he crivel que durassem tanto tempo as exhalações accezas? Porém ainda he muito mais forte razão para desprezar todas estas opiniões velhas, considerar que todos estes corpos casualmente accezos, e illuminados não poderião seguir carreira regular e constante,

co-

como hoje ſabemos que ſeguem os Cometas. A razão, por que tão grandes Homens errárão neſta materia, era porque ſe perſuadião que os Cometas tinhão movimento irregular e vagabundo: apparecião-lhes de repente, e paſſado tempo deſapparecião; corrião muito depreſſa huns, muito de vagar outros; e ainda os meſmos, ora depreſſa, ora de vagar, não ſeguião a vizinhança de eclitica, como os Planetas; e por iſſo todos buſcavão cauſa tambem errante, contingente, e deſordenada; como são vapores, nuvens, conjunção de eſtrellas, &c. Porém depois que o Grande *Caſſino*, *Haleo*, *Wiſthon*, e outros Aſtronomos lhes forão ſeguindo os paſſos, e como riſcando no Ceo o caminho, que elles ſeguião, e havião de ſeguir para o futuro, concordárão os Filoſofos, que elles são Planetas como os outros, mas que ſe movem em eliſes muito mais excentricas (1). Já deſta opinião tinhão ſido alguns dos antigos Pythagoricos, como lemos em *Plutarco*, *Apollonio Mindio*, a quem na Aſtronomia louva muito Seneca. O meſmo Se-

ne-

(1) Alguns querem que a linha que deſcrevem os Cometas, ſeja não *eliſe*, mas *parabola*: porém aſſim como a eliſe pouco excentrica ſe confunde com o circulo, aſſim a eliſe ſummamente excentrica ſe equivóca com a *parabola*: e ſegundo as leis da attracção, diz o Graveſande num. 3758. que não podem os Planetas ſeguir outra linha ſenão a eliptica.

neca (1) claramente a ſegue, e ſe atreveo a profetizar o que hoje vemos; dizendo que algum tempo haveria quem pudeſſe ſeguir os paſſos aos Cometas, e obſervarlhes os caminhos. Mas quem poz em toda a ſua luz eſta opinião forão *Caſſino*, *Newton*, *Bernouille*, *Haleo*, e outros inſignes Aſtronomos e Fyſicos.

Silv. E que fundamento tem eſſa opinião?

Theod. São de duas eſpecies, huns negativos, outros poſitivos: porque, não ſendo os Cometas exhalações da Terra, nem dos Planetas, nem collecção de Eſtrellas, ou outra couſa deſte genero, que ora ſe fórma, ora ſe deſmancha, como já provei que não podia ſer, ſegue-ſe neceſſariamente, que são corpos perpetuos, que durão e forão creados com os demais Aſtros no principio do mundo; e ora ſe fazem viſiveis, ora inviſiveis pela diverſa diſtancia em que nos apparecem. Eſte he o que eu chamo argumento negativo. Além deſte ha argumentos poſitivos que nos perſuadem. Os Cometas, ſegundo as obſervações dos Modernos, ſeguem humas linhas em quanto ſe vem, que são porções de eliſes; e ſó differem dos Planetas, em que são muito eſtreitas e compridas: tambem ſe obſerva, que quando começão a apparecer, cada vez ſe fazem mais viſiveis; e que pelo contrario, quando deſapparecem, não he de repen-

(1) Lib. 7. das queſtões naturaes cap. 1. e 17.

pente, mas pouco a pouco se fazem menos visiveis; de sorte que quando já com a simples vista se não vem, ainda alguns dias se observão com os Telescopios, como nos aconteceo neste celebradissimo Cometa de 1759.

Silv. O Cometa, que appareceo no anno de 1760, appareceo logo de repente mui grande.

Theod. A primeira vez que o vio quem pudesse dar razão delle, sim era já mui grande e visivel; porém muitas outras noites antes se havia de poder ver; e ou o tempo nublado, ou a inadvertencia fez que o não visse Filosofo algum, que pudesse dar razão delle. Vós bem sabeis que o vulgo, quando os Cometas não são mui grandes, nem fórmão cauda, reputão-nos por Estrellas escuras: e manifestamente se prova isto nesse mesmo Cometa de 60; porque em toda a França, Inglaterra, Hollanda não houve quem o visse senão de 8, e 9 de Janeiro por diante; e já cá em Lisboa o Padre Chevalier do Oratorio, Socio de Londres, e Correspondente da Academia de Paris, o tinha observado no Collegio das Necessidades; porque a 7 desse mez me convidou a vello, e o estive observando. Esse dia foi o primeiro, em que foi observado; nem até ao presente me consta que fosse em alguma outra parte antecedentemente observado. Appareceo na constellação da *Náo Argos*, e parecia maior que hu-

huma Estrella da primeira grandeza : não tinha cauda ; nem então a podia ter , porque estava em opposição com o Sol , isto he , por linha recta ficavamos nós entre o Sol e o Cometa. Nesse dia a cauda se havia de estender lá para sima do Cometa , encubrindo-a o seu mesmo corpo , como logo vos direi , fallando das suas caudas. Durou 16 dias a sua observação aqui em Lisboa ; e o que a mim me admirou grandemente foi a velocidade inexplicavel do seu movimento proprio : era retrogrado , e na primeira noite corria mais de hum grão em cada hora ; nos dias seguintes foi abrandando a furia da sua carreira ; mas sempre correo nestes dias em longitude 93 grãos pelos signos de *Leão* , *Cancro* , *Gemeos* , e *Touro* , que he mais da quarta parte do Ceo. Dizei-me agora : Assim como estando nós observando-o em Lisboa , e elle muito patente no meio do Ceo , ninguem o observou n'outra parte , que muito he que alguns dias antes elle estivesse no Ceo mui visivel , e não o visse ninguem , que pudesse distinguillo das outras Estrellas ?

Eug. Eu tenho visto alguns Cometas sem cauda , que antes de mo dizerem pessoas entendidas , eu reputava por estrellas ; e vendo o Cometa , o andava buscando por todo o Ceo , e dizia que o não achava.

Theod. Isso succede commummente a quem não tem experiencia da observação destes Astros. Mas continuando os fundamentos

que

que provão a nossa opinião, o que a deixou firmissimamente estabelecida, he este. Se os Cometas são Astros creados no principio do mundo juntamente com os Planetas, e só se fazem visiveis pela menor distancia da Terra, devem ter sua orbita certa, pela qual se movão, e por isso hão de gastar tempo determinado em cada volta; e d'aqui seguia-se que com determinado intervallo de tempo, o mesmo Cometa devia apparecer varias vezes. Se isto succeder assim, quem poderá duvidar que são os Cometas huns Planetas como os outros, pois fazem as suas revoluções em tempos certos?

Silv. Porém não he assim, porque os Cometas apparecem quando se não esperão; nem ha calculos para elles, assim como os ha para o movimento dos Planetas.

Theod. Socegai hum pouco. Como as revoluções dos Cometas são mui vagarosas, por comparação dos Planetas, não podem os seus movimentos ser tão exactamente observados: porém isso não obstante, alguns periodos se tem conhecido; e do mesmo Cometa se contão varias apparições com intervallos iguaes. O Grande *Haleo* já no seu tempo sem a minima dúvida affirmava, que o Cometa do anno de 1531, observado por *Apiano*, era o mesmo que 76 annos depois appareceo em 1607, e observárão *Keplero* e *Lougomontano*, e que tornou outra vez a ser visto em 1682, com in-

intervallo de 75 annos (1); e por este calculo se esperava no anno de 1757, ou no seguinte de 58, porque dos dous periodos, que se tinhão observado, hum era de 76, outro de 75 annos, sendo a differença mui pouca, e podendo nascer de alguma causa accidental. Esta esperança tinha alvoroçado a todos os Astronomos; e os melhores, com Newton e os mais entendidos Filosofos, nada duvidárão desta Astronomica profecia: chegou o anno de 57, e não appareceo o Cometa. Mr. *Clairaut*, insigne Geometra e Membro da Academia de París, por este tempo publicou huma Memoria, pela qual dilatava hum pouco mais a apparição do Cometa, formando o calculo com infinito trabalho, attendendo á retardação, que na passagem lhe podião causar Jupiter e Saturno, por causa da mutua attracção, que se conhece entre todos os corpos Celestes. Esta attracção nem em todos os periodos póde ser a mesma, porque nem sempre o Cometa passa na mesma distancia, nem na mesma posição a respeito destes Planetas; e esta talvez fosse a causa da pequena differença, que se acha entre os outros dous periodos. Conforme o calculo deste Grande Homem, o Cometa não devia apparecer antes de 59, havendo de ser o seu *perihelio*, ou maior proximidade do Sol em Abril deste anno.

(1) *Cometographia*, que vem nas Transacções Filosoficas do anno 1705.

Com effeito passou todo o anno de 58 sem que os Astronomos tivessem noticia do Cometa esperado: e já alguns, que ignoravão os solidos fundamentos desta profecia, titubeavão na sua fé. Appareceo em fim no Janeiro de 59 a 21 do mez; e foi descuberto por Mr. *Massier* Astronomo, e discipulo de Mr. *De Lisle*, que conforme os calculos de seu Mestre, o buscava cada noite naquella parte do Ceo, em que devia apparecer. Depois constou que na Saxonia o tinha já visto hum homem do campo em 25 de Dezembro do anno precedente; para mais completo credito da profecia dos Astronomos, que o davão em 58. Mr. *Massier* o continuou a observar até o dia 14 de Fevereiro, e desse dia por diante se não pode ver, porque apparecia, segundo a nossa vista, muito perto do Sol, e os seus raios o confundião. Mas como esperavão, que affastando-se mais delle com o movimento que levava, se deixaria ver de madrugada d'alli a alguns dias, Mr. *De Lisle*, supposendo ser o mesmo Cometa profetizado, fez o seu calculo, e foi como riscando no Ceo o caminho que devia seguir, quando tornasse a ser visto. Appareceo em fim outra vez no primeiro de Abril, e já nós o tinhamos cá visto em Lisboa no fim de Março: era de grandeza tal, que se deixava perceber por qualquer. Então Mr. *De Lisle* publicou o seu calculo, e tão seguro estava delle, que o foi

pre-

presentar a ElRei Christianissimo em Versalhes, mostrando depois as observações, que o Cometa hia obedecendo ás Leis dos Astronomos. Nós em Lisboa tivemos o gosto de o observar até o dia 22 de Abril, quando em París, por ficar mais ao Norte, o não puderão ver senão até o dia 17. A causa por que de 22 por diante o não pudémos ver, foi o caminhar muito para o pólo do Sul, de sorte que não sahia assima do Horizonte; assim como não sahem as Estrellas, que ficão junto desse pólo. Porém com o seu movimento proprio veio outra vez caminhando cá para o nosso pólo, e o tornámos a ver á noite em Lisboa a 28 de Abril; e em París a 29. Lá continuou a ser visto até 9 de Junho; porém em Lisboa o Padre *Chevalier* do Oratorio, com outros Padres no Collegio das Necessidades, o observárão exactamente até o dia 22 do mesmo mez; e ultimamente desappareceo, sendo nos ultimos dias quasi imperceptivel. Não me consta que outro algum Astronomo tivesse a felicidade de prolongar tanto a sua observação, nem que depois deste dia fosse visto em parte alguma. O seu movimento era retrogrado, e correo os Signos de *Piscis*, *Aquario*, *Capricornio*, *Sagittario*, *Scorpio*, *Libra*, e *Virgo*. O seu perihelio, ou maior vizinhança do Sol, foi em Março, antes que segunda vez fosse visto.

Silv. Se nesse tempo ninguem o observou,

como dizeis que então he que elle se chegou mais ao Sol?

Theod. Não vedes que pelas observações, antes e depois desse tempo, se póde ir riscando pelo Ceo o caminho que elle fez! Esta linha era curva, e porção de elise, e assim se conhece o caminho que levou ainda nos intervallos, em que se não deixava ver; porque não havia de andar saltando de huma parte para a outra, mas havia de levar a sua carreira seguida. Combinando agora os Astronomos a orbita deste Cometa com as dos que apparecêrão em 1682, 1607, e 1531, achárão que era o mesmo; e assim concordavão os seus movimentos; como tambem a inclinação a respeito da ecliptica, sendo os mesmos *Nos* ou encruzamentos com ella; e que emfim era a mesma velocidade. Tudo isto com a igualdade dos periodos, prova innegavelmente que he o mesmo Cometa, e que varias vezes nos tem visitado. E d'aqui se infere, que tambem este foi o Cometa, que antecedentemente tinha apparecido em 1456, sendo esta agora já a quinta apparição observada. Aqui tendes o fundamento, que tirou os escrupulos, que até aqui podião embaraçar a alguns, para crer que os Cometas são Astros creados no principio do mundo; pois já se podem calcular os seus movimentos, como o dos outros Astros. Só tem huma grande difficuldade, e vem a ser, que como são mui vagarosos os

seus

ſeus periodos, são preciſos ſeculos, para que as repetidas obſervações de hum meſmo Cometa nos dem luz para lhe prognoſticar as ſuas futuras apparições. Porém já agora com outra luz ſe hão de intentar eſtas emprezas. Suppoſto iſto, prudentemente ſe póde crer que (conforme o deixou dito Caſſino) o Cometa do anno de 1680, tambem célebre pela ſua incrivel vizinhança do Sol, foi o meſmo que ſe vio no anno de 1577, tendo de periodo 103 annos. Semelhantemente o do anno de 1698 ſe crê ſer o meſmo do anno 1652; como tambem, que o do anno de 1702 ſeria o meſmo que foi viſto em 1668 com periodo de 34 annos. E Wiſthon ſe atreve a affirmar que todos os Cometas, que apparecêrão deſde o anno de 1337 até 1698, tinhão outra vez voltado, depois de correrem as ſuas orbitas.

Silv. Depois deſſas obſervações, confeſſo que bom fundamento ha para crer que os Cometas são Aſtros creados no principio do mundo; porém como os Antigos não as tinhão, não he de admirar que ſeguiſſem outras opiniões.

Theod. Os Modernos ſe tem adiantado de tal fórma pelas ſuas obſervações, que Caſſino ſe atreveo a deſcrever pelo Ceo outro Zodiaco para os Cometas; aſſim como para o movimento de todos os Planetas ha o Zodiaco dos doze ſignos; porque ajuntando todas as obſervações que pude, conheceo

que

que todos os Cometas nos ſeus movimentos ſe continhão dentro dos limites deſta Zona, que comprehende as ſeguintes conſtellações: *Antinoo*, *Pegazo*, *Andromeda*, *Touro*, *Orion*, *Porcion*, *Hidron*, *Centauro*, *Eſcorpio*, *Arco de Sagittario*. E para que em tudo ſe aſſemelhem aos Planetas, ſabei que tambem nas ſuas orbitas correm eſpaços iguaes em tempos iguaes; e por iſſo no *perihelio* he ſumma a ſua velocidade; propriedade commua a todos os Planetas, como vos explicarei a ſeu tempo.

Eug. Suppoſto iſto, tambem havemos de crer que os Cometas são corpos opacos, e que toda a luz que tem, he do Sol, que nelles reflecte, como diſſeſtes dos Planetas.

Theod. Inferis bem; não obſtante a grande differença que tem a ſua luz, a qual he mais embaciada do que a dos Planetas; o que eu attribuo á grande copia de fumo que ſe exhala do Cometa por toda a parte, como logo vos direi.

Eug. D'aqui por diante já nos não andarão aſſuſtando com os Cometas. Se elles são Aſtros, que ſeguem as ſuas carreiras conſtantemente, que tem elles cá comnoſco; ou como podem ſer ſinaes de calamidades futuras?

§. VI.

§. VI.

Da figura dos Cometas, e effeitos que podem causar.

Theod. O Vulgo, que he quem se assusta com os Cometas, não he Filosofo, nem espera as apparições destes Astros: a novidade que trazem comsigo, e o insolito das suas figuras por causa das caudas, juntando-se com a preoccupação geral e antiquissima de que os astros influem nos acontecimentos, ainda naquelles que dependem da nossa vontade livre, são causa deste terror no povo, o qual sempre está prompto a temer tudo quanto dizem que he para isso.

Silv. Vós não podeis negar que os Cometas apparecendo humas vezes com semelhança de espadas de fogo, outras vezes com côr sanguinolenta, dão indicios de futuras guerras e desgraças.

Theod. Não ha cousa mais enganadora, Silvio, que os olhos do povo atemorizado; vê tudo quanto se lhe representa na imaginação, e em hum levantando a voz, todos os mais dizem logo que vem. Não ha figuras de espadas, nem batalhas, e pendencias no Ceo; os Cometas todos são sensivelmente redondos como os Planetas, posto que as caudas tomem diversas figuras. As caudas

das dos Cometas não são outra cousa senão hum fumo ou vapor, que sahe do corpo do mesmo Cometa, por causa do calor do Sol. Esta he a opinião de Newton, e a mais verosimil: vede esta estampa (*Estamp.* 2. *fig.* 12.), em que estão delineadas as orbitas dos Planetas, e tambem de alguns Cometas. Dos Planetas fallarei a seu tempo, vamos agora aos Cometas. Já vedes como as suas orbitas são compridas, nascendo daqui o perdellos de vista, quando andão la por sima, e apparecerem, quando se chegão mais a nós. Vamos agora ás caudas. Primeiramente em quanto o Cometa está mui distante do Sol, não se lhe vê cauda, porque não ha calor bastante para fazer exhalar o fumo; porém á proporção que o Cometa se vem chegando ao Sol, lhe vai crescendo a cauda, como vedes em *a* e *b*; de sorte que nos dias proximos depois do seu *perihelio*, então costuma ser maior que nunca, como vedes em *c*, pelo grande calor do Cometa, causado pela vizinhança do Sol, cahindo ja sobre o calor, que no *perihelio* tinha recebido. Pela mesma razão vai diminuindo a cauda, á proporção que o Cometa se vai retirando do Sol, porque vai sendo menor o calor. Eu bem sei que ha outras duas opiniões patrocinadas por bons Authores: huma diz, que a cauda do Cometa he refracção da luz do Sol passando pelo Cometa, ou sua atmosfera; outra

Est. 2. fig. 12.

tra

tra segue que he refracção da luz do Cometa atravessando o espaço do Ceo, e vindo para os nossos olhos; porém quanto a mim nenhuma se póde sustentar. A primeira, que he de Apiano, não me parece verdadeira, porque nada importa que a luz do Sol quebre na atmosfera do Cometa, se depois de assim quebrada não achasse corpo donde reflectisse para nós: sem isto, ficava invisivel, nem nós veriamos as caudas dos Cometas. A segunda opinião, que he de Des-Cartes, tambem não se póde defender; porque nem a cauda se mudaria de huma parte para a outra, nem a luz das estrellas, que passa pelo mesmo meio que a dos Cometas, poderia chegar a nós sem a mesma refracção, e cada estrella formaria a sua cauda: pelo que a opinião mais seguida he a que já disse.

Silv. Tenho contra isso, que he impossivel lançar o Cometa tanta quantidade de fumo, que possa occupar todo esse espaço dos Ceos, por onde vemos que se estende a sua cauda.

Theod. Eu não estou bem lembrado se já vos expliquei a quasi infinita divisibilidade da materia; e como póde huma mui pequena porção de materia solida, quando se resolve em vapor, occupar hum espaço immenso. Huma gota de agua, quando se resolve em vapor quente, occupa hum espaço quatorze mil vezes maior do que occupava d'antes; e todo o mundo observa

que

que huma pequena cortiça lançada nas brazas enche de fumo huma casa, padecendo pouca diminuição no seu pezo.

Eug. Quando fallastes do cheiro, que os corpos exhalavão de si, e logo no principio quando fallastes da divisibilidade da materia, então nos explicastes isso.

Theod. Supposto isso, não deveis admirar-vos de que o Cometa com a força do calor exhale de si fumo bastante para formar a cauda que nelle vemos. Verdade he que alguns a estendem tanto, que occupão huma grande parte do Ceo. A cauda do Cometa de 1680 occupava a terça, ou quarta parte do Ceo; mas causa tinha bastante para esta prodigiosa extensão no calor intensissimo, que experimentou no *perihelio*; porque só distou do Sol a sexta parte do diametro solar: vede que calor seria este, e quanto fumo sahiria do Cometa todo ardendo, e posto em viva braza, como he força que succedesse então!

Silv. Sendo elle tão grande como a Terra, e talvez ainda maior, muito havia de custar a pôr em braza.

Theod. Se o calor do Sol, juntando-o pelo espelho ustorio, he capaz de pôr em braza hum ferro; lá tão perto, como não derreteria e reduziria a materia vitrificada todo o Cometa. Newton dá-lhe hum calor duas mil vezes maior que o de hum ferro em braza; e que gastaria muitos annos para se esfriar, formando o calculo sobre o tem-

po

po que gasta para perder o calor huma bala de ferro posta em braza.

Silv. Sendo isso assim, o Cometa havia de ficar consideravelmente menor, perdendo táo grande porçáo da sua substancia.

Theod. He certo que toda a materia, que se evapora, sahe fóra do Cometa; mas talvez que com a força da gravidade ou attracçáo, torne a cahir sobre o mesmo Cometa, quando esfriar: assim como o fumo, e vapores que sahem da Terra, passado tempo por força da gravidade ou attracçáo, tornáo a vir para a mesma Terra. Além de que, como os Cometas fazem as suas visitas ao Sol de muitos em muitos annos; depois que foráo produzidos náo teráo feito muitas destas visitas, e náo seráo mui frequentes as perdas da sua substancia. Por outra parte a distancia em que andáo, e a luz fusca e confusa que costumáo ter, os livra de que se observem bem os seus diametros verdadeiros, sem escrupulo de que parte da atmosfera, que os rodea, que tambem he allumiada pelo Sol, seja reputada por corpo do Cometa; e assim náo podemos certificar-nos da sua diminuiçáo. Accresce que raras vezes terá acontecido que o mesmo observador observe o mesmo Cometa em dous periodos ou voltas; o que seria mui conducente para se certificar da sua diminuiçáo. Mas eu nenhuma dúvida tenho que alguma será, se pela lei da gravidade náo tornarem os vapo-

res

res frios para o Cometa, como succede na Terra.

Eug. Se elles se chegassem de mais perto, ou se vissem mais a miudo, os Astronomos nos certificarião se elles diminuião no seu volume, ou não. Mas essa cauda algumas vezes a ha, e não a vemos, segundo vós dissestes ha pouco do Cometa do anno de 60 (1). Tomára saber porque succede isso.

Theod. A cauda dos Cometas sempre se dirige para a parte contraria do Sol: de sorte, que se o Sol fica de hum lado, a cauda do Cometa vai para o outro. Esta direcção da cauda do Cometa tem dado muito que cuidar aos Filosofos. Newton seguindo a opinião que he fumo, explica esta direcção por este modo (2). *Assim como no nosso ar o fumo de qualquer corpo, que arde, sobe para sima, ou perpendicularmente, se o corpo está quieto, ou obliquamente, se o corpo se move para a ilharga; assim succede nos Ceos, onde os corpos pezão para o Sol; e por essa razão o fumo e vapores devem subir do Sol para sima; e isso ou perpendicularmente, se o corpo que fumega está quieto; ou obliquamente, se esse corpo vai andando para a ilharga, e deixando sempre o lugar donde tinhão subido as partes do vapor que já estão mais altas. Esta obli-*

qui-

(1) Pag. 175.

(2) Lib. 5. da Astronom. Physic. Sect. 1. Prop. 4.

quidade (accrescenta Newton) *será menor, quando a subida dos vapores for mais rapida, como v. g. em menor distancia do Sol, e junto ao corpo que fumega.* Esta explicação tem grande nobreza, e concorda com o que todos vemos cá na Terra; porque hum archote, por exemplo, estando parado lança o fumo direito para sima, que he a parte opposta á Terra, para a qual todos os corpos terrestres pezão; e se vai andando, lança o fumo para sima, mas tambem para a ilharga, formando huma linha obliqua: concorda tambem com o que vemos nas caudas dos Cometas, as quaes não vão pela linha recta, que desde o Sol passe pelo Cometa, e atravesse todo o comprimento da cauda; mas para o fim lá se entortão hum pouco para a parte que o Cometa vai deixando com o seu movimento; e tambem no fim se espalhão mais; que isso he propriedade do fumo, o qual sobe ás avessas da chamma, a chamma cada vez se faz mais aguda, porque quanto mais sobe, mais veloz vai; e o fumo quanto mais sobe, mais se espalha, porque vai mais fraco; e assim succede á cauda dos Cometas.

Eug. Não se póde negar que he huma explicação admiravel.

Theod. Eu, que respeito a verdade mais que tudo, lá tenho meu escrupulo, que direi com o devido respeito a Homem tão grande. O fumo sobe para sima no nosso ar,

por-

porque o ar péza mais do que elle ; e assim não poderá subir o fumo dos Cometas , por modo semelhante ao dito fumo terrestre , sem que se admitta nos espaços dos Ceos algum meio pezado , e mais pezado do que o fumo dos Cometas , para que vencendo-o na gravidade , o faça subir para sima : e vós já sabeis que Newton quer que os espaços dos Ceos estejão ou vasios totalmente , ou quasi vasios. Mas nem por isso condemno a opinião. Vejo que Mr. Homberg observou que huns fios tenuissimos de seda suspensos na parte vazia do barometro se movião , quando sobre elles lançavão o foco de huma lente ; e que visivelmente erão impellidos pelos raios do Sol. Sendo isto assim , e concedendo (como Newton quer) que os raios do Sol são impellidos e vibrados desde o corpo luminoso para fóra ; bastará o seu impulso , para que encontrando os vapores do Cometa , os movão na sua mesma direcção , e os levem (como faz o vento ao nosso fumo) para a mesma parte para onde caminhão os raios do Sol , que de huma e outra parte passão pelos lados do Cometa. Esta explicação parece-me muito boa , porque faço reflexão , que lá em sima não ha meio que embarace qualquer direcção , que se queira dar ao fumo ; porque ou não ha meio algum , ou he de raridade quasi infinita para não retardar os Planetas , como dif-

disse (1); e se no foco da lente bastão os raios do Sol para impedir os fios de seda, só por não haver ahi ar que resista, onde não houver nenhuma resistencia, qualquer força, por minima que seja, será bastante a communicar movimento. Que vos parece, Silvio?

Silv. Como não fiz essas experiencias, nem sei essas leis de resistencias dos meios, não tenho voto nessa materia. Só sim direi que, conforme essa explicação, não poderemos condemnar o vulgo, quando diz que vê no Ceo espadas de fogo; pois hum Cometa a arder pelo Ceo como hum archote e fumegando, enchendo a terça, ou quarta parte do Ceo de fumo, alguma semelhança tem com huma espada de fogo.

Theod. Assim seria, se nós de cá percebessemos com os olhos que elle ardia; porém nós com os olhos só vemos huma Estrella morta, e huma cauda branca; o que não tem semelhança de espadas de fogo.

Silv. Tenho ouvido dizer que nem sempre a cauda he branca.

Theod. Os raios do Sol atravessando a atmosfera do Cometa poderão na refracção tomar algumas cores; e como de todas ellas a vermelha he a mais forte e perceptivel em tanta distancia, succede que ás vezes a cauda he avermelhada; assim como por semelhante motivo avermelhadas apparecem as nuvens junto do Horizonte; porém advir-

(1) Tarde XXIX. §. IV.

virto que nós só podemos perceber esta côr, se os raios quebrados, e córados, dando nas particulas do fumo, reflectirem para nós; o que he preciso para entrarem pelos nossos olhos, e termos sensação de côr vermelha.

Eug. Sendo a cauda do Cometa grande e avermelhada, desculpa dou ao povo para temer successos infaustos, porque he huma cousa nova e medonha.

Silv. Além disso, sempre estes Cometas se ajuntão, ou precedem grandes desgraças, como são mortes de Principes, ou guerras, ou cousas semelhantes; e esta experiencia he generalissima, e quasi tradição constante: pelo que discorrei como quizerdes, que eu nisso tambem sou povo, e não góslo que os Cometas nos venhão cá fazer estas visitas.

Theod. Antes que vos responda, vos farei huma pergunta: E os Cometas apparecendo são presagio de calamidades para todas as partes do mundo, que tiverem a infelicidade de os ver, ou só para alguma destas partes?

Silv. Para todas não; mas para alguma dellas, isso sim; e como a região, em que cada hum habita, póde ser huma dessas, todos temos razão para temer.

Theod. Ora bem: logo a experiencia (conforme dizeis) só nos ensina que apparecendo hum Cometa, alguma desgraça ha de succede n'uma dessas partes onde elle apparece: ora

ora nisto tendes razão, porque apparecendo o Cometa em todo o mundo, e durando ás vezes muitos mezes, não he crivel que nesse tempo deixe de haver alguma desgraça grande n'alguma parte. E se isto he motivo para temer, deveis igualmente assustar-vos com as Luas cheias v. g.; porque não será facil que, apparecendo a Lua cheia em todo o mundo, sendo tão dilatado, deixe de succeder n'alguma parte delle successo infeliz. O mesmo digo de qualquer Estrella. Portanto basta só reflectir, que o Cometa quando cá apparece, he visto de todo o mundo; e que se elle fosse presagio de infelicidade, o havia de ser igualmente para todas as regiões donde he visto; pois não tem mais comnosco, do que com Angola, China, e Mexico, &c.

Silv. Os que seguem que os Cometas são procedidos de causas accidentaes, esses razão tem para suppôr que só n'uma ou outra terra são vistos; e por isso poderão annunciar particularmente as suas calamidades. Mas sendo Astros do Ceo, e visiveis geralmente a todos, como são os Planetas, menos razão ha para o susto.

Eug. Vós dizeis *menos razão*? Eu já d'aqui o perdi totalmente, venhão quantos Cometas quizerem vir.

Theod. Concluindo pois esta materia, devemos reputar os Cometas como huns Planetas, cujas orbitas são mais compridas; e não differem substancialmente em outra cou-

ſa. Só nos reſtão as Eſtrellas fixas, para vos dar noticia particular de todos os Aſtros; e depois entraremos a ver os admiraveis movimentos de huns a reſpeito dos outros; porque depois de conſiderar todas as peças de que ſe compõem hum relogio, he que ſe póde entender bem como jogão as ſuas rodas, e a fabrica dos ſeus movimentos.

§. VII.

Das Eſtrellas fixas.

Silv. SE os 16 Planetas vos tem levado tanto tempo, muito mais vos levaráõ as Eſtrellas, que são innumeraveis.

Theod. Como pela ſua diſtancia ſe furtão a muitas obſervações dos Aſtronomos, pouco ha que dizer dellas. E principiando pelo ſeu número, não he tão grande como parece, ſe fallamos daquellas Eſtrellas que podemos ver com os noſſos olhos deſarmados, iſto he, ſem nos valermos de algum inſtrumento; porém ſe attendemos a todas as que com os Teleſcopios ſe deſcobrem, e pelas obſervações ſe conhecem, são quaſi innumeraveis: por iſſo o Senhor diſſe a Abrahão que contaſſe as Eſtrellas, ſe podia. *Hiparcho* foi o primeiro que intentou contar as Eſtrellas, que são viſiveis ſem Teleſcopio (que ainda no ſeu tempo os não ha-

havia); e contou sómente 2022, de que fez catalogo; outros Astronomos foráo accrescentando algumas, mas o *Flamstedio* fórma catalogo maior que os outros, e assina 3000.

Silv. Mais de trezentas mil vejo eu com os meus olhos n'uma noite serena.

Theod. Crede-me, que náo vedes tantas como se vos representa; e para vos desenganar, basta huma experiencia grosseira e facil. Vós quando estais em hum lugar descuberto e desembaraçado vedes meio Ceo; ora reparti-o em varias partes, e tomai huma pequena porçáo para examinar quantas Estrellas vedes nessa parte; e á proporçáo dessa, julgareis com pouco erro o número de todas as Estrellas que vedes; mas isto fareis vós, quando tiverdes commodidade. Vamos ao que dizem os Astronomos. Destas Estrellas conhecidas formáo elles humas figuras imaginarias, a que dáo nomes determinados, e sáo as que se pintáo nos globos Celestes, como varias vezes tereis visto naquelles que alli tenho na livraria.

Eug. Já tenho muitas vezes visto hum delles com varias figuras de animaes pintadas, e semeadas muitas estrellas por estas mesmas figuras; porém eu julguei que esta pintura era fruto de algum animo ocioso, e extravagante, e como brinco de crianças.

Theod. Náo he senáo fruto de immenso trabalho dos Astronomos, que nessas figuras,

posto que livremente inventadas, puzerão as Estrellas com a mesma ordem e distribuição com que as vemos no Ceo. De sorte, que quando hum Astronomo falla do *Olho do Touro* v. g., já todos sabem qual he a Estrella do Ceo de que elle falla; o mesmo he de todas as mais Estrellas e constellações.

Eug. Que chamais vós *Constellações*?

Theod. *Constellação* chamão os Astronomos a certa collecção de Estrellas, ás quaes juntas dão hum nome, como v. g. *Ursa maior*, ou *Pégaso*, &c. e nos globos pintão as figuras destes animaes, que nenhuma semelhança tem com a collecção das taes Estrellas; porém já tem o seu nome estabelecido: e certo Astronomo que lhos quiz mudar para nomes de Santos, foi louvado pela sua Religião, mas não foi seguido, porque causava grande confusão, tendo todos os Astronomos até então usado dos nomes antigos. Não se sabe quem foi o primeiro que lhos poz; porém já no livro de Job se faz menção das constellações de *Arcturo* e *Orion*; e tambem no Profeta Amos, e em *Homero* Poeta antiquissimo se achão os nomes destas, e de outras constellações. Fosse quem fosse o seu Author, hoje o nome, que tem cada Estrella, he o que lhe pertence pela parte da constellação em que está, &c.

Eug. E quantas constellações contão os Astronomos?

Theod.

Theod. Hoje contão-se 77: convém a saber, 12 no *Zodiaco*, isto he na cinta que se considera no Ceo, pela qual se move o Sol e todos os Planetas em redondo; e são estas 12 constellações as que chamão doze Signos, *Aries*, ou *Carneiro*, *Touro*, *Gemeos*, *Cancro*, *Leão*, *Virgem*, *Libra*, ou *Balança*, *Scorpião*, *Sagittario*, *Capricornio*, *Aquario*, e *Peixes*.

Eug. Lembro-me de ver esses nomes na folhinha, sem que eu percebesse o que querião dizer.

Theod. Vem ahi para dizer o lugar em que se acha nesse mez o Sol, ou a Lua. Mas esta tal cinta ou *Zodiaco*, pelo meio da qual vai a Ecliitica, divide o Ceo em dous hemisferios iguaes, hum que olha para o Norte, outro para o Sul. No hemisferio do Norte se contão 34 constellações, cujos nomes aqui tendes neste livro, que de memoria não os sei todos. Ide contando. *Ursa maior*, *Ursa menor*, *Dragão*, *Cepheo*, *Cães venaticos*, ou *Cães de caça*, *Boótes*, *Coroa septentrional*, *Hercules*, a *Lyra*, o *Cisne*, a *Lagarta*, *Cassiopeia*, *Camelo-pardo*, *Perseo*, *Andromeda*, o *Triangulo*, outro *Triangulo menor*, a *Mosca*, o *Cocheiro*, o *Pégazo*, o *Cavallo menor*, o *Delfim*, a *Raposa pequena*, o *Pato*, a *Setta*, a *Aguia*, *Antinoo*, o *Escudo sobieschiano*, o *Serpentario*, a *Serpente*, o *Monte Menelao*, a *Cabelleira de Berenice*, o *Leão menor*, e o *Lince*. Da parte do Zodiaco para o Sul contão

táo 31 conſtellações; e aqui tendes os ſeus nomes: *A Balea*, o *Eridano*, a *Lebre*, o *Orion*, o *Cão grande*, o *Monoceronte*, o *Cão pequeno*, a *Náo*, a *Idra*, o *Sextante*, o *Crater*, o *Corvo*, o *Centauro*, o *Lobo*, o *Altar*, a *Coroa auſtral*, o *Peixe auſtral*, a *Fenis*, o *Grou*, o *Indo*, o *Pavão*, a *Abelha*, o *Triangulo auſtral*, a *Cruz*, a *Moſca auſtral*, o *Cameleão*, o *Robur carolino*, o *Peixe volante*, o *Pato americano*, o *Idro* ou *Hydrus*, e *Xiphias*. Além das Eſtrellas que fórmão eſtas conſtellações, as que eſtáo diſperſas pelo Ceo ſe chamáo informes; e náo sáo as mais conſideraveis.

Eug. Suppoſto o terem os Aſtronomos repartidas as Eſtrellas neſtas conſtellações que dizeis, facillimo me parece ſaber-lhes o número, pois com tanta miudeza ſe ſabe o lugar de cada huma.

Theod. Tres difficuldades reſtáo ainda que vencer, e sáo totalmente inſuperaveis: a primeira achámos na *Via Lactea*, a ſegunda nas meſmas Eſtrellas grandes e conhecidas, a terceira nas Eſtrellas que apparecem e deſapparecem de repente. Quanto á *Via Lactea*, a que o vulgo coſtuma chamar *caminho de Sant-Iago*, e conſiderada com os olhos, náo parece outra couſa ſenáo huma cinta branca, esfumada, e em partes como rota, e deſcontinuada; ella em ſi he huma collecçáo de infinitas Eſtrellas miudiſſimas, que ſó com os Teleſcopios ſe diſtinguem; mas olhando-as ſimplesmente com os olhos,

de

de tal sorte se confundem os raios que de lá vem, que fazem huma côr branca, mas fraca : o mesmo succede a duas collecções de Estrellas miudas, que parecem duas nuvezinhas brancas, que perpetuamente se vem, proximas ao Sul. Porém estas Estrellas que com os Telescopios se distinguem nunca he com tanta clareza, que as possamos contar ; e assim ficão por esta parte as Estrellas isentas do nosso calculo. Tambem se não podem contar muitas outras fóra da *Via Lactea*, que por mui pequenas, ou mui distantes, só com os Telescopios se descobrem : 80 descubrio Galileo no cinto e espada de *Orion* (1) ; e *Rheita* em toda a constellação de *Orion* algumas 2000 (2). Quantas outras haverá dispersas pelas outras constellações, que escapão aos nossos olhos ; e quantas escaparão ainda aos melhores Telescopios ? Além disso das mesmas Estrellas conhecidas, e que nós reputamos por huma só, algumas são huma collecção de muitas outras, que pela apparente vizinhança se confundem, e são reputadas por huma só Estrella (3). Ponhamos exemplo : na espada de *Orion* ha 3 Estrellas grandes ; e a do meio observada por *Hugens* se vio que era huma collecção de 12. (4). Pelo que, he impossivel saber

o

(1) In Nuncio sidereo.
(2) In oculo Enochi l. 4. cap. 1. memb. 7.
(3) Gravesand. Elem. Phys. num. 40. 41.
(4) Wolf. Elem. Astron. §. 1113.

o número verdadeiro das Estrellas. Mas quando todas estas, que por distantes escapão dos nossos olhos, se deixassem ver, ainda restava outro embaraço nas que ora apparecem, ora desapparecem, e guardão certos periodos. Outras Estrellas ha que humas vezes apparecem mais resplandecentes, outras menos; e isso tambem em tempos certos: em fim algumas Estrellas tem subitamente apparecido mui resplandecentes, e pouco a pouco vão perdendo a sua luz, até que desapparecem de todo. Tudo isto faz huma impossibilidade para se poder conhecer o seu número.

Silv. Com razão; mas a que attribuis vós essa alternativa apparição das Estrellas?

Theod. Quanto a mim deve attribuir-se ao seu movimento de vertigem, ou rotação á roda do seu centro. Este movimento dá mais formosura ao Universo, por augmentar a analogia e semelhança entre os corpos Celestes, que girão sobre si, á roda de seus centros. E além disso com este movimento facilmente se explica o apparecerem e desapparecerem. Supponde vós que a Estrella tem hum hemisferio ou metade escuro, e o outro luminoso; ou pelo menos que por huma face he mais luminosa que pela outra; neste caso quando a face mais luminosa estiver voltada para nós, veremos a Estrella; porém quando para nós se voltar a face escura, ou absolutamente a não veremos, por não serem esses raios po-

de-

derosos para vencer tanta distancia, ou pelo menos apparecerá a Estrella menos brilhante: o que tudo concorda com a experiencia. Demais: a mesma Estrella depois de apparecer mui clara, quando for voltando para sima a face mais luminosa, nós pouco a pouco a iremos vendo mais escura, como succede á Lua minguante, até que de todo a percamos de vista: o que, como acabo de dizer, tambem só com a experiencia se confirma. Tambem se póde dizer, que essas Estrellas tem movimento como os Cometas, pelo qual ora se cheguem mais para nós, ora se affastem. Porém não sigo esta opinião; porque então havião de mover-se algum tanto para os lados em quanto se vião, e mudar de situação; o que não se observa: e além disso, havia huma grande differença entre essas Estrellas, e as outras que estão sempre quietas; e tirava-se a Analogia ou semelhança, que he huma grande parte da formosura do Universo. Eu sigo a primeira opinião do movimento de vertigem.

Silv. O que dá grande força á vossa opinião, he o que tambem me parece que agora dissestes, que essas apparições erão dentro de periodos iguaes. Isto persuade que não he causa accidental, mas sim movimento regular o que ora as deixa ver, ora as esconde.

Eug. E porque não vemos essas mudanças em

em todas as demais, se todas as demais se movem á roda de si mesmas?

Theod. Porque não terão consideravel differença de luz nas diversas partes da sua superficie; que por esta mesma razão os nossos olhos não percebem diversidade no Sol, posto que elle gira á roda de si mesmo em 25 dias e meio.

Eug. Tendes razão: não advertia nisso.

Theod. Alguns tambem querem por este movimento de rotação explicar a scintillação das Estrellas. Dizem que o tremor que sentimos na sua luz procede de que ora voltão para nós humas partes mais brilhantes, ora outras mais escuras; porém eu, fallando ingenuamente, venero a todos, mas só digo o que me parece conforme á razão. Isto não póde ser assim, sem que o movimento de rotação seja tão rapido, que em hum minuto segundo dem 4 ou 5 voltas completas, porque nós sempre vemos meia superficie das Estrellas; e em quanto essa parte mais luminosa for pelo hemisferio visivel, a veremos, e só faltará em quanto voltar lá por sima, tornando a apparecer, quando chegar outra vez ao hemisferio visivel: e como a scintillação ou tremor da luz he miudissimo, e como que falta e se accende com alternativa mui amiudada, se isto procedesse da rotação da Estrella, devia de ser mais veloz do que se póde imaginar.

Silv. E como explicais vós a scintillação? já que essa opinião vos não agrada.

Theod.

Theod. He mais natural o dizer-se que procede do movimento dos vapores, que cortão os raios de luz das Estrellas para nós. Observa-se que os Planetas não scintillão senão quando se vão chegando para o Horizonte, onde ha muitos mais vapores que se levantão da Terra, e atravessão os raios de luz que vem dos Planetas; quando porém o Planeta se levanta, como já os raios da luz não são atravessados por tão grande copia de vapores, não tremem. Ora as Estrellas sempre scintillão; humas vezes mais, outras menos, porque os seus raios de luz são muito mais fracos que o dos Planetas, pois estão n'uma distancia incomparavelmente maior; e assim os vapores, que não perturbão a luz do Planeta, podem perturbar a das Estrellas.

Eug. Eu creio que quando faz vento, tremem as Estrellas mais que no tempo sereno.

Theod. Isso confirma o que eu digo; pois os vapores agitados e desinquietos mais hão de perturbar a luz das Estrellas.

Eug. Ainda vós me não fallastes da luz das Estrellas, nem dissestes se era propria ou alheia.

Theod. A's vezes a conversação vai levando hum fio, que não concorda muito com o methodo mais regular; porém agora vos satisfarei. A luz das Estrellas he propria de cada huma dellas; e eu as reputo como outros tantos sóes, porque a distancia, em

que

que ellas estão a respeito do Sol, e de nós he tão grande, que seria impossivel que a luz do Sol fosse e viesse com força bastante para fazer sensivel impressão nos nossos olhos.

Silv. Pois tão grande he a distancia das Estrellas! Bem longe do Sol, e de nós está Saturno, e a sua luz não he propria.

Theod. Sendo mui grande a distancia de Saturno, he incomparavelmente maior a das Estrellas. Diz Wolfio, que nem principios ha na Astronomia para se medir com segurança: daqui procede que são diversissimas as opiniões neste particular. Tico-Brahe lhe dá só 14 milhões de semidiametros terrestres; porém este Astronomo teve o seu compasso mui curto em todas as medidas que tomou: os mais o desampparão todos, e se affastão delle com grandissima differença; e huns lhe dão 42 milhões de semidiametros, outros 60, &c.: não póde haver nos instrumentos exacção que baste a medir os angulos extremamente pequenos. Porém concordão todos, que he incrivelmente grande esta distancia; porque os Telescopios, que augmentão tanto o Sol, que fica com hum diametro igual ao da orbita que faz á roda da Terra (1), estes Telescopios voltados para qualquer Estrella, por nenhum modo a augmentão, e só apparece como hum ponto brilhante: e assentão todos que o ambito do circulo que faz

(1) Gravesand. Physic. Elem. Mat. n. 4027.

faz o Sol á roda da Terra, comparado com a distancia das Estrellas, he como hum ponto. Isto he fallando das Estrellas que ficáo mais vizinhas a nós; porque a distancia das outras he muito maior incomparavelmente.

Silv. E que fundamento ha para as não pôr todas estendidas pelo Ceo, e na mesma distancia?

Theod. O fundamento he a diversidade de sua apparente grandeza, e da força da sua luz. Os Astronomos repartem as Estrellas em seis classes, conforme o seu tamanho. Na primeira classe, ou da primeira *Grandeza* (como costumáo dizer) estáo as mais vivas e brilhantes que conhecemos. Na segunda classe estáo as outras menores, e assim até á ultima classe, em que póem as minimas que com os olhos distinguimos. Estas Estrellas menores, como ao mesmo tempo a sua luz he muito mais debil, prudentemente se crê que parecem menores pela sua maior distancia da Terra: o que dá huma bem grande idéa da immensa vastidáo dos espaços Celestes; sendo táo grande a distancia de nós a Saturno, de Saturno ás Estrellas da primeira grandeza, e dessas ás outras successivamente. Hum grande Filosofo creo que as Estrellas da *Via Lactea* ficaváo muito mais vizinhas a nós, do que as outras, porque se persuadio que os Telescopios lhes augmentaváo a grandeza; mas enganou-se, porque ainda que

com

com os Telescopios se distinguem de alguma sorte, não he porque appareção maiores, mas porque tirão toda a luz falsa, que confunde humas com outras, quando se vem simplesmente com os olhos.

Eug. Que cousa he luz falsa?

Theod. Chamão *luz falsa* aos raios que vem das Estrellas, e por se ajuntarem e cruzarem nos nossos olhos antes da retina, quando chegão a ella vão já espalhados, e pintão huma imagem muito maior do que devêrão, segundo o angulo com que entrão na pupilla; e como esta imagem he maior do que devia ser, por isso lhe chamão enganadora e feita pela luz falsa. Hum exemplo temos bem proprio. Quando vedes hum archote ou fogacho de perto, vedes o seu tamanho verdadeiro; porém se o vedes de longe, vai crescendo, e formando huma como roda luminosa, perdendo a figura pyramidal; e de tal sorte cresce, que quando nas luminarias (como as que vemos lá da parte d'além do Téjo v. g. em Almada) se põem muitos fogachos accezos com breve intervallo, de cá nos parece huma fitta luminosa continuada. A mim, que tenho pouca vista, e ao longe não vejo nada, me succede isto até com as luzes que estão nos thronos dos Templos; e de tal modo se continuão humas com outras, que as não posso contar. E a razão disto se tira do que vos disse tratando da Optica: como o objecto quanto mais distan-

te

te eſtá , mais perto da pupilla fórma a ſua imagem , mais eſpalhados chegão os raios á retina , e maior he a imagem confuſa que nella pintão. Ora o que ſuccede aos *Miopes* com as luzes , ſuccede a todos com as Eſtrellas , que são luminoſas per ſi meſmas , e ſummamente diſtantes. Por eſta razão os Teleſcopios mais exquiſitos , e augmentando a grandeza dos Planetas , diminuem a das Eſtrellas ; porque aperfeiçoando a viſta , e fazendo cahir na retina a imagem da Eſtrella , tirão a luz falſa e eſpalhada que enganoſamente augmentava a imagem ; e quanto melhor for o Teleſcopio , mais ha de aperfeiçoar a viſta , e tirar mais da luz falſa ; e por iſſo apparece a Eſtrella menor , porém viviſſima. Suppoſto iſto , já ſe vê que os Teleſcopios quando diſtinguem as Eſtrellas de *Via Lactea* não augmentão a ſua grandeza , mas , ſómente tirando a ſua luz falſa , que mutuamente confunde humas com outras , faz que as diſtingamos : aſſim como eu quando ponho oculos vejo as luminarias ao longe diſtinctas entre ſi , e então cada luz de per ſi ſe me repreſenta menor. Advirto iſto , para que vós , Silvio , vejais que nós os Modernos não vamos como carneiros , huns atrás dos outros ; mas que cada qual não ſe contenta com o que diz eſte ou aquelle Filoſofo de nome , mas averigua ſe he ou não conforme á razão.

Silv. Eu bem ſei que entre vós tambem ha

di-

diversidade de opiniões ; e por isso sempre alguns hão de errar.

Theod. Quem o duvida?

Eug. Mas dizei-me vós , senão obstante essa immensa distancia , temos alguma idéa prudente da grandeza das Estrellas.

Theod. A grandeza das Estrellas para se calcular de alguma sorte , deve ser assentando primeiro na sua distancia. Sabemos que he grande , tanto porque os melhores Telescopios absolutamente nada augmentão a sua grandeza , como porque a respeito desta distancia he hum ponto insensivel a orbita anua do Sol ; o que pede huma distancia immensa. Se for sómente 27. 664 vezes maior que a distancia do Sol , deve cada huma dellas ser do tamanho do Sol. O discurso he este : se huma Estrella da primeira grandeza (v. g. huma que chamão *Sirio*, e he a mais brilhante de todas) fosse do tamanho do Sol , estando junto delle , nos pareceria igual a elle ; mas se fosse subindo, á proporção da distancia se iria diminuindo para nós a sua grandeza (prescindamos do augmento enganoso que dá a luz falsa) , e iria enfraquecendo a sua luz ; e se chegasse a ter de nós sómente esta distancia , já a sua luz ficaria semelhante á que nós agora recebemos desta Estrella , conforme o calculo que fez o grande *Hugens* (1) ; e reduzindo essa distancia a semidiametros terrestres , conforme o calculo que sigo , somma

(1) Lib. 2. Cosmetheoros pag. 135.

ma 670:443.600 seiscentos e setenta milhões, quatrocentos e quarenta e tres mil, e seiscentos semidiametros. Mas ainda Wolfio (1) dá ás Estrellas de primeira grandeza distancia quasi dez vezes maior, porque chega a 6;086:080.000 seis mil e oitenta e seis contos, e oitenta mil semidiametros; nesse calculo devem ser muito maiores que o Sol, porque he preciso que o excedão para terem a luz que tem em huma tão enorme distancia. De sorte que, se puzessem hum Sol, igual ao nosso, na distancia que Wolfio dá a *Sirio*, appareceria muito mais pequeno, e fraco na luz, do que apparece esta Estrella. Porém, como já disse, sobre a grandeza das Estrellas, assim como tambem sobre a sua distancia, faltão principios para calcular com segurança. Só se sabe que são mui grandes, porque são visiveis n'uma distancia quasi immensa; e tambem nisto todos desamparão a Tico-Brahe, que foi mui acanhado em todas as suas medidas. Falta fallar do movimento destas Estrellas.

Eug. Do movimento de Vertigem ou rotação ja dissestes: agora resta saber dos outros.

Theod. No systema de Tico-Brahe tem hum movimento no espaço de 24 horas de Nascente a Poente, como testemunhão os nossos olhos; porém no systema de Copernico e outros, este movimento he sómente apparente; porém disto á manhã fallaremos

(1) Elem. Astron. §. 1116.

de vagar. Além deste movimento, que chamão commum, tem as Estrellas outro movimento proprio á roda do eixo da Eclitica, como os Planetas; porém he muito mais vagaroso; porque para completar huma Estrella o seu giro, são precisos 25.920 vinte cinco mil, novecentos e vinte annos. Este movimento he do Poente para Nascente, como o dos Planetas, mas he igual em todas as Estrellas; de sorte, que sempre guardão entre si a mesma ordem. No systema Copernicano, de Des-Cartes, de Newton, &c. este movimento não he real, mas apparente, e procede do movimento do eixo da Terra, como n'outra occasião vos explicarei, que agora não me podeis entender; e se chama este periodo *Anno grande*, ou Platonico. A'manhã vos explicarei os movimentos de todos os Astros comparados entre si; que agora, depois de ter examinado cada peça de per si deste grande Relogio, podereis entender mais scientificamente a harmonia dos seus movimentos. Por hoje baste; vamos agora a entreter-nos em outras materias.

Eug. Em nenhuma posso achar maior divertimento; mas conheço que convem não tratar de tudo junto, porque me confundiria.

Silv. E tambem porque Theodosio já ha de estar fatigado. Vamos divertir-nos com o jogo.

TAR-

TARDE XXXII.

Dos movimentos dos Astros comparados entre si.

§. I.

Dos Circulos da Esfera.

Theod. CHegou o tempo, Eugenio, de vos mostrar o admiravel jogo dos movimentos dos Astros, comparando-os entre si, e com a Terra. Porquanto até aqui só fallei de cada hum em particular; e quando muito a respeito do Sol: agora he preciso explicar-vos a divisão do Ceo, que tem feito os Astronomos em varios circulos: vinde primeiro a esta Esfera Celeste (*Estamp.* 3. *fig.* 1.) e depois entendereis melhor a Esfera que chamão *armilar*. Este espaço dos Ceos considerão os Astronomos como huma esfera concava, que se revolve sobre dous pontos ou pólos, o do Norte, e o do Sul: este de sima N representa o do Norte, e estoutro debaixo S o do Sul; e a linha que lá por dentro vai de hum pólo a outro, cujas extremidades sahem cá fóra, chamão-lhe eixo do Universo. Este eixo atravessa cinco circulos parallelos que os As-

Est. 3. fig. 1.

tronomos descrevem no Ceo ; aqui os tendes *a*, *e*, *i*, *o*, *u*, e todos tem seus nomes : os dous circulos pequenos junto aos pólos , chamão-se *Circulos Polares* ; o do meio *E E* , chama-se *Equador* ; os dous, que ficão aos lados do *Equador* , chamão-se *Tropicos.*

Eug. E como havemos nós de distinguir hum Tropico do outro , se ambos tem o mesmo nome ?

Theod. Distinguem-se pelos pólos onde pertencem ; o de sima chama-se Tropico do Norte , o debaixo chama-se do Sul ; porém fallando em termos mais proprios , o Tropico do Norte chama-se de *Cancro* , o do Sul de *Capricornio* : logo direi a razão. Do mesmo modo os dous circulos Polares se distinguem pelos pólos vizinhos, hum he o do Norte ou *Boreal* , outro chamão-lhe do Sul ou *Austral.*

Eug. Tenho percebido. Que circulo he este atravessado Z Z , que vai do Tropico de Cancro até ao de Capricornio ? Vamos mostrando , Silvio , que já somos Astronomos.

Silv. Em todo o caso : fallemos como os Professores.

Theod. O circulo , que vai de hum Tropico ao outro , atravessando o Equador, chamão-lhe *Zodiaco* ; he largo, mas pelo meio delle vai huma risca ou circulo que chamão *Eclitica* : esta Eclitica he o caminho ou orbita do Sol ; e o Zodiaco he tão largo, para

ra abranger todas as orbitas dos Planetas. Já aqui tendes explicados seis circulos da Esfera, que são os 5 parallelos, e o *Zodiaco* ou *Eclitica*, que se contão por hum circulo só. Faltão ainda outros circulos; para isso vamos agora á Esfera armilar, que já vos não ha de fazer tanta confusão (*Estamp.* 3. *fig.* 2.). Aqui tendes o Equador E E, tendes ás ilhargas os dous Tropicos; este de sima Z C he o de Cancro, estoutro debaixo T Z he o de Capricornio: alli tendes tambem os dous circulos polares; o boreal *b b*, e o austral *a a*: tendes o Zodiaco Z Z. Vamos aos que restão. Restão dous circulos, que chamão *Coluros*, e são dous circulos perfeitamente cruzados entre si em *angulo recto*, e de sorte, que os pólos fiquem nos lugares em que se cruzão: ambos elles cortão perpendicularmente, e atravessão todos os 5 parallelos; porém hum *Coluro s s s s* corta a Eclitica nos pontos Z Z, em que ella se ajunta com os Tropicos; o outro *Coluro c c c c* corta a Eclitica nos pontos em que ella se ajunta com o Equador. Este *Coluro* chama-se dos *Equinoccios*, e o outro *s s s s* chama-se dos *Solsticios*. Logo vos direi a razão de todos estes nomes.

Est. 3. fig. 2.

Eug. Está bem: e faltão ainda alguns circulos?

Theod. Faltão ainda dous; porém estes são cá separados da Esfera, ainda que lhe perten-

tencem a ella : hum he esta taboa horizontal H H , que se chama *Horizonte* , e divide o Ceo em duas ametades , huma superior , outra inferior ; o outro circulo he o *Meridiano* N E S E , que passa de hum polo a outro por sima das nossas cabeças. Ora como a Terra he redonda , o circulo , que passa por sima das cabeças em Lisboa , não he o que passa por sima de Pernambuco v. g. : por isso os Meridianos são diversos , e pertence a cada lugar da Terra o seu Meridiano. Como tambem os Horizontes ; porque se o nosso Horizonte nos não deixa descubrir o Ceo senão até hum certo lugar , os que estiverem em Pernambuco verão outra porção do Ceo , que nós não vemos , e ficar-lhes-ha occulta outra que nós vemos.

Eug. Com que temos dez circulos na Esfera. O Meridiano , e Horizonte , que são mudaveis , mas os dous Coluros , e a Ecliti-ca , como tambem Equador , Tropicos , e Circulos polares , são Circulos annexos ao Ceo , isto he , são os mesmos a respeito de todos os lugares da Terra.

Theod. Assim he : supposto isto , adiantemonos hum pouco. Já disse , que a Eclitica era o caminho do Sol. Quando elle chega ao Tropico de *Cancro* , está o mais levantado que póde ser sobre o noso Horizonte , e isto succede nas vesperas do S. João ; e como a Eclitica não passa desse Tropico para fóra , quando o Sol chega ahi , vai logo vol-

voltando para buscar o Equador; por isso se chama aquelle ponto, em que a Ecliptica toca no Tropico, *Solsticio*, isto he, parada ou estação do Sol, porque vai subindo para o pólo do Norte, até chegar ahi; e volta logo para baixo, caminhando para o Equador. Da mesma sorte, quando chega ao outro Tropico, lá pelas vesperas do Natal, avizinha-se o mais que póde a esse pólo; mas chegando ao Tropico de Capricornio, pára, e volta cá para o Norte outra vez, e assim continúa sempre á roda da Esfera Celeste. Já sabeis que cousa são os *Solsticios*; o de inverno he no Tropico de *Capricornio*, e o de verão no de *Cancro*; e por isso o *Coluro*, que passa por esses dous pontos, se chama dos Solsticios. Agora os outros dous pontos, que chamão dos *Equinoccios*, são tambem na Eclitica; porém naquelles lugares onde ella corta o *Equador*. A razão deste nome he; porque quando o Sol chega a esses pontos, que he em vinte de Março, e em 22 de Setembro, são os dias iguaes ás noites.

Eug. Agora já sei porque o outro Coluro, que corta a Eclitica nestes pontos, se chama *Coluro dos Equinoccios.*

Silv. Estes circulos todos supponho que tem distancias certas de huns a outros?

Theod. Dizeis bem. O Equador he hum circulo, ao qual perpendicularmente atravessa o eixo do Mundo, que vai de pólo a pólo,

lo, e dista igualmente de ambos. Os Tropicos distão do Equador cada hum para seu lado 23 grãos e meio. Já supponho que sabeis que qualquer circulo se divide em 360 grãos. Os dous circulos Polares distão dos pólos outro tanto, isto he, 23 grãos e meio; e d'aqui se infere, que assim como o eixo do Equador vai dar nos pólos do mundo; o eixo da Eclitica ha de ter tanta inclinação ao eixo do Equador, como a mesma Eclitica se inclina a respeito do Equador. Ora como a Eclitica se affasta do Equador 23 grãos e meio, porque vai abrindo até tocar nos Tropicos, tambem o eixo da Eclitica se vai separando dos pólos, até tocar nos circulos polares, que distão outros 23 grãos e meio; e vem a ficar entre os circulos polares e os Tropicos 43 grãos; porque do pólo até ao Equador vão 90 grãos, que he a quarta parte; tirando 23 e meio do Equador ao Tropico, e 23 e meio do pólo até o circulo polar, restão 43. Entendestes isto bem?

Eug. Não tem muito que entender.

Theod. Ultimamente haveis de saber que na Terra se distinguem e assinalão outros tantos circulos correspondentes aos do Ceo, e com os mesmos nomes. O *Equador* he o que os Navegantes chamão *Linha*, e reparte a Terra em dous hemisferios iguaes, hum que fica para o Norte, outro para o Sul; os dous Tropicos são outros dous circu-

cu-

culos, que de huma e outra parte sempre igualmente são distantes da *Linha* o valor de 23 graos e meio. Os circulos Polares são outros dous circulos pequenos, que se tirão á roda dos Pólos, na distancia de 23 gráos e meio. Adverti, que todo o espaço da Terra entre os Tropicos chama-se *Zona Torrida*; o espaço entre os Tropicos e circulos Polares *Zonas temperadas*; o espaço dos circulos Polares ate aos Pólós *Zonas frigidas*. Vamos agora a fallar do jogo dos movimentos dos Astros entre si.

§. II.

Do systema Ptolomaico e Ticonico.

Silv. TEnho ouvido dizer que nesse ponto ha grande bulha e diversidade entre os Astronomos.

Theod. Hoje só dous systemas se podem concordar com as observações, porque o de Ptolomeu já ninguem o segue. Elle dizia que todos os Astros se movião em circulos concentricos á Terra: punha a região do Fogo assima da do Ar, depois a orbita da Lua, seguia-se Mercurio, depois Venus, d'ahi o Sol, Marte, Jupiter, e Saturno; tudo em circulos, cujo commum centro era a Terra. Logo se manifestou a falsidade deste systema pelos Egypcios, que ob-

observando o movimento de Mercurio, e Venus, conhecêrão que se revolvião á roda do Sol, e não á roda da Terra: o mesmo se conheceo depois do movimento de Marte, Jupiter e Saturno, os quaes nas suas revoluções não tem por sensivel centro a nossa Terra, mas o Sol; e isto he hoje assentado entre todos os Astronomos. Aqui tendes vós huma Estampa (*Estamp.* 2. *fig.* 13.) do systema, que chamão Ticonico, porque o ideou *Tico-Brahe.* Põe o Sol como centro do movimento de todos os Planetas (não fallando na Terra, nem na Lua): á roda delle se revolvem Mercurio, Venus, Marte, Jupiter, e Saturno, cada qual na distancia proporcionada, e gastando nas suas revoluções o tempo que eu disse. Além disto põe a Terra immovel e firme no centro do Firmamento, ou Ceo estrellado; á roda da Terra se revolve a Lua na sua distancia; e depois da Lua em distancia competente se revolve o Sol, trazendo ao redor de si como Satelites os 5 Planetas que já disse.

Est. 2. fig. 13.

Eug. Já percebo: assim como á roda do Sol se move Jupiter, trazendo sempre ao redor de si os quatro Satelites; assim nesse systema, estando a Terra firme, á roda della se move o Sol, levando ao redor de si 5 Satelites ou Planetas, que o acompanhão em proporcionadas distancias, Mercurio, Venus, Marte, Jupiter, e Saturno. Mas dizei-me que caracteres são estes

que

que estão aqui na figura (*fig.* 13) que me mostrais?

Theod. São os symbolos deputados pelos Astronomos para significar os Planetas. Vede os caracteres com os seus nomes á margem, ao pé da mesma figura, e depois por elles conhecereis na figura o lugar, em que se deve pôr qualquer Planeta.

Eug. Percebo: e agora faço reflexão, que andando todos á roda do Sol, a orbita de Mercurio e Venus não alcanção a Terra; mas só a de Marte, Jupiter, e Saturno a abrangem.

Theod. Não vedes que as distancias, que esses tres tem do Sol, he maior que a da Terra ao Sol? forçosamente ha de ficar a Terra dentro dos seus giros.

Silv. E das Estrellas não fazeis caso?

Theod. A seu tempo. Estes movimentos dos Planetas á roda do Sol (que chamamos movimentos proprios de cada hum delles) sempre são de Poente para Nascente; como tambem o movimento dos Satelites á roda do seu Planeta primario, tudo se move de Poente para Nascente: e o que mais he, a mesma Lua no seu periodo á roda da Terra em 27 dias e meio, tambem he de Poente para Nascente; de sorte, que se hoje a Lua nasceo junto de huma Estrella, á manhã quando nascer a Estrella, ainda não ha de nascer a Lua, senão muito depois; e cada vez se ha de ir atrazando, de modo que, passados 27 dias e meio,

meio, torne outra vez a nascer com a dita Estrella, por ter corrido todo o Ceo nesse tempo.

Eug. Ainda não tinha reparado nisso.

Theod. Pois observai-o, e achareis isto mesmo, que sempre a Lua se affasta das Estrellas, a que corresponde, fugindo para o Nascente. Ao Sol succede isto mesmo, dando huma inteira volta á Terra no espaço de hum anno: se hoje nasceo correspondendo a huma Estrella, á manhã já não póde corresponder a ella, mas ha de nascer depois da Estrella, recuando sempre para o Nascente, assim como a Lua; porém com differença, porque a Lua anda para trás muito mais do que o Sol: a Lua em hum mez dá huma volta ao Ceo, correndo todas as Estrellas, que lhe ficão na sua orbita; e o Sol gasta em correr as Estrellas, que lhe ficão na sua carreira, hum anno inteiro. Estes são os movimentos proprios dos Planetas, e tudo se move assim de Poente para Nascente. Ora supposto isto, toda esta máquina dos Ceos das Estrellas, e dos Ceos dos Planetas, e tudo quanto ha d'aqui para sima, o Omnipotente revolve em 24 horas de *Nascente* para *Poente* á roda da Terra, e este he movimento diurno e commum dos Astros, o qual todos percebem. Para poderdes formar idéa destes dous movimentos, que parecem encontrados, vinde outra vez ao pé deste globo Celeste (*Estamp.* 3. *fig.* 1.). Já sabeis que este circulo Z Z atraves-

Est. 3. fig. 1.

veſſado he o caminho do Sol : ſupponde agora que elle eſtá aqui em *p* ; e que , como huma formiga , ſe move por eſte caminho *a g z* , e iſto ſempre para lá ; porém entretanto eu com a mão vou voltando o globo para mim , muito depreſſa : depois de dar 60 voltas por exemplo , já o Sol ou a formiga terá chegado a eſte ſitio *a* , que he *Aries* , e correſponde ao principio da Primavera ; depois paſſadas outras 60 voltas , que são outros tantos dias , terá chegado a eſte lugar *g* , que he *Gemini* , e correſponde ao mez de Maio ; 30 voltas mais que dè tem chegado ao Tropico : e d' ahi continuará pela outra banda ; de ſorte , que a formiga ou o Sol , que ande como ella por eſte globo , correrá a linha da Eclitica , andando para lá ou para o Naſcente , em quanto o globo todo com as Eſtrellas , que eſtão nelle , em 24 horas ſe revolvem mui depreſſa para cá , ou para o Poente. Eis-aqui como ſuccede nos Ceos : andão todos os Ceos , e tudo quanto em ſi tem no eſpaço de 24 horas , do Naſcente para o Poente ; porém o Sol , a Lua , os Planetas , todos , cada qual pelo ſeu caminho , vão andando de vagar , e caminhando pelo Ceo como formigas , mas ſempre do Poente para Naſcente ; por iſſo , ſe hoje obſervardes a Lua , achalla-heis ao pé de huma Eſtrella , Jupiter ao pé de outra , Marte , &c. cada qual em ſeu lugar ; ſe á manhã os fordes obſervar , nenhum achareis

reis no lugar de hoje, todos affastados desses sitios sempre para o Nascente; até que, correndo todo o Ceo, tornáo ao mesmo lugar, a Lua em 27 dias e meio, Jupiter em 11 annos perto de doze, Saturno em quasi 30; e assim os demais.

Eug. Agora acabo de entender isso bem: pois seguro-vos que me custou; e senáo he a comparação da formiga, náo o entendia.

Silv. Eu tambem confesso que me confundia com os dous movimentos encontrados, hum do Nascente para Poente, outro ás avéssas.

Theod. O systema Copernicano he muito mais desembaraçado, e facil de perceber.

§. III.

Do systema Copernicano.

Silv. QUe importa se he heretico!

Eug. E além disso, diz que a Terra anda aos tombos lá pelo Ceo como os outros Planetas: eu náo sei como isto lembrou a homem que tivesse o juizo em seu lugar. E dizei-me, Theodosio, e náo via esse homem que nós haviamos de cahir precipitados como Icaro, em se voltando para baixo a superficie da Terra, em que vivessemos?

Theod.

Theod. O pobre Copernico acha-ſe aqui ſem patrono que o defenda, e com dous inimigos em campo; vós o impugnais pelo que toca á boa razão, e Silvio pelo que toca á Eſcritura. E muitos tem outro embaraço para o ſeguir, que he a authoridade e preceito da Inquiſição de Roma, que por motivos mui juſtos prohibio que ſe ſeguiſſe como *theſe*; e ſó deo licença para ſe ſeguir como *hypotheſe*.

Eug. Não entendo eſſas duas palavras *theſe*, e *hypotheſe*.

Theod. Eu vo-las explico em todo o ſeu ſentido rigoroſo. Seguir huma opinião como *theſe*, he dizer que aſſim ſuccede na realidade; ſeguir como *hypotheſe* he fazer ſó huma ſuppoſição que a couſa ſuccede aſſim, ſem dizer ſe na realidade he, ou não he. Quem diſſer que *a Terra ſe move como Planeta á roda do Sol, e que iſto certamente he aſſim na realidade*, falla como theſe, para o que he preciſo argumento evidente, que o prove; todos os effeitos Aſtronomicos, e Fyſicos abſolutamente podem acontecer eſtando ella quieta; porque o Poder e Sabedoria de Deos são infinitos, e muito grande a noſſa ignorancia, e equivocação; ainda nas couſas palpaveis, quanto mais nas remotiſſimas, como são os Aſtros. Porém quem diſſer, que *na ſuppoſição que a Terra ſe mova, e o Sol eſteja quieto, ſe explica belliſſimamente tudo quanto ſe tem até aqui deſcuberto na Fyſica e Aſtronomia concernen-*

nente a esta materia, diz bem, e discorre prudentissimamente; e isto permitte a Inquisição Romana, que só prohibia o dizer que isto assim era, em quanto não houvesse razão mathematica clara que o provasse: muitos dizem que já temos essas razões, e em Roma todos seguem esse systema. Eu explico hum e outro systema; porquanto em ambos elles se explicão os effeitos, que observamos nos Ceos. Socegai-vos hum pouco ambos vós, que tudo se faz com vagar. Ouvi o systema, e depois iremos a ver o que elle tem de bom, e de máo.

Eug. Isto, Silvio, parece posto na razão.

Silv. Depois mo direis.

Theod. Copernico, e todos os demais Filosofos que o seguem, como Des-Cartes, Newton, &c. dão á Terra o movimento que os nossos sentidos attribuem ao Sol. Huma cousa he certa hoje entre todos, e ninguem disto duvida, que no caso que a Terra se movesse, como dizia Copernico, nós nenhuma differença perceberiamos. Disto ha mil exemplos: quando passeamos pelo rio no escaler, não vos parece que os navios ancorados e sem vélas vem vindo para nós? e que os montes da banda d'além, e as arvores das quintas, por onde passamos, se movem?

Eug. Assim parece; e das primeiras vezes que embarquei, me parecia que o meu navio estava quieto, e que os rochedos e cos-

costas, e tudo o mais por onde passava, se moviáo para mim. Agora que já a experiencia me fez conhecer esse engano, nem isso me lembra.

Theod. Pois o mesmo havia de succeder movendo-se a Terra. Como nós nos haviamos de mover com ella, náo perceberiamos o seu movimento, e cuidariamos que o Sol e as Estrellas, essas eráo as que se moviáo para a parte opposta. Copernico diz que a Terra se revolve em 24 horas de Poente para Nascente. Se isso for assim, estando o Sol fixo, quando nós formos caminhando para elle nos ha de parecer que o Sol vem de lá para nós, e caminha para o Poente. O mesmo digo das Estrellas; e como nós náo advertimos, nem sabemos deste movimento, attribuimos aos Astros o movimento que he nosso, assim como os que váo embarcados attribuem ás arvores o movimento que elles leváo. Por este modo todos váo crendo desde o berço que os Ceos se movem em 24 horas de Nascente para Poente; quando na verdade (diz Copernico) nós somos os que nos movemos de Poente para Nascente. Nem vos pareça que havieis de perceber o balanço desta grande náo.

Eug. Isso náo; porque se eu náo percebo o de hum navio quando vai seguido, porque me parece que náo anda nada; o movimento da Terra, que havia de ser muito mais igual, menos o havia eu de perceber.

Theod. Aqui tendes vós já explicado o Dia e Noite: porque em quanto andamos voltados para o Sol, he Dia; em quanto andamos da outra parte, he Noite; e vemos as Estrellas.

Eug. E porque não cahimos para baixo, voltando-se a Terra comnosco, assim como nos affogamos quando se volta a embarcação?

Theod. Quem he que nos havia de fazer cahir?

Eug. O nosso pezo.

Theod. E para onde nos faz caminhar o nosso pezo ou gravidade?

Eug. Para o centro da Terra. Já advirto no engano.

Theod. Vós percebeis como os antipodas, isto he, os póvos, que vivem na Asia, lá por baixo de nós, e com os pés voltados contra os nossos, percebeis, digo, como elles não cahem por essas regiões do ar; porque o mesmo pezo, que nos faz carregar contra a superficie da Terra aqui onde estamos, faz que em redondo do globo da Terra todos os corpos pezem contra a mesma superficie. Cahir para baixo quer dizer cahir para o centro da Terra. Não he isto assim?

Eug. Assim he: confesso o erro.

Theod. Logo cahirem para baixo os homens, que vivem na India, he moverem-se para a Terra; e por mais que o mundo ande á roda comnosco, o mesmo pezo que aqui nos une sempre com a Terra, nos

não

não deixaria nunca separar da sua superficie.

Silv. Mas ao menos a força, com que a Terra gira em 24 horas, não atiraria comnosco por esses ares? Quando os rapazes jogão o pião, se lhe botamos alguns grãos de arêa sobre o pião, este com o seu movimento rápido atira com elles mui longe; o mesmo succederia comnosco.

Theod. Estimo a dúvida, e a comparação, que me ha de servir de muito. A isso chama-se força *centrifuga*; e he certo que todo o corpo, que se move em giro, faz força para fugir do centro do seu movimento: e sem dúvida que, movendo-se a Terra em volta, a não termos a força da Gravidade que sempre sem cessar nos puxa para o centro da Terra, ella atiraria comnosco por esses ares: mas bem vedes que temos huma força, que puxa por nós para a Terra, que he a gravidade, seja qual for a sua causa, de que fallámos algum dia. Esta força poz o Omnipotente para contrabalançar e vencer a força *centrifuga*, com que a Terra nos sacodiria de si, assim como a funda sacode a pedra. Advirto, que a esta força da gravidade, que nos puxa para o centro da Terra, chamão os Filosofos força *centripeta*, ou *attracção*: podemos sem escrupulo usar destes nomes no sentido, que expliquei algum dia. Quando fallarmos da figura da Terra entendereis isto melhor.

Silv. Estou satisfeito: prosegui.

Theod. Além deste movimento *diurno*, com que a Terra gira á roda do seu eixo, assim como sabemos que gira o Sol, e Venus, e Marte, e Jupiter, e a Lua, que todos se movem á roda de si mesmos, como o pião: além deste movimento, que faz dia e noite, diz Copernico que a Terra tem outro á roda do Sol em hum anno, com o qual faz o Verão e Inverno; e este movimento he pela Ecliptica ou orbita, que nós chamamos do Sol; porque indo nós por huma parte do circulo, estando o Sol no centro delle, parece-nos que elle vai andando lá pela outra parte. Exemplo: quando nós andamos pelo jardim á roda do lago de Netuno, que fica no meio, parece-nos que a Estatua vai andando pela outra borda opposta; porque como nós nos movemos, ora nos corresponde a Estatua a huma parte da borda do lago, ora a outra. Assim he o Sol, diz Copernico, se agora corresponde a huma constellação, que chamão *Aries*, como nos mudamos para outro lugar, porque a Terra vai fazendo o seu circulo, não póde o Sol corresponder sempre a *Aries*, ha de corresponder a *Tauro*, depois a *Gemini*, &c. E deste modo andando a Terra pela Eclitica, cuidaremos que o Sol he quem anda por ella, e que nós estamos parados. Passado hum anno, como torna a Terra a vir ao mesmo lugar, torna outra vez a corresponder-

lhe o Sol a *Aries*. Isto creio que he claro.

Eug. Clarissimo.

Theod. Supposto isto, vou a dar-vos huma breve idéa de todo o systema de Copernico, e reservo para depois o explicar-vos nelle miudamente tudo quanto se observa no movimento dos Astros. Vede esta Estampa (*Estamp.* 2. *fig.* 12.) que o tem delineado; o Sol esta no centro do Universo, e só gira á roda de si: as Estrellas tambem todas estão quietas. Quem se move em circulos nesta máquina são só os corpos opacos, os quaes assim como se affastão do Sol, mais ou menos, assim gastão mais ou menos tempo em fazer as suas voltas. Mercurio he o mais vizinho ao Sol, dista pouco mais ou menos 9 para 10 milhões de leguas; por isso gasta no seu giro quasi 3 mezes. Venus já dista mais, porque chega a 18 milhões de leguas; e consome perto de 8 mezes no seu circulo á roda do Sol; mas tambem se revolve á roda do seu centro. Segue-se a Terra, que neste systema he hum Planeta como os outros, redondo, opaco, e revolve-se á roda de si mesma como elles; porém como dista mais do Sol, ha de gastar mais tempo na volta que faz á roda delle; a distancia he de 25 milhões de leguas, e o tempo são 12 mezes, ou hum anno. Depois da Terra está Marte já em distancia maior, dista do Sol 38 milhões de leguas, e o tempo do seu pe-

Est. 2. fig. 12.

periodo ou volta s o quasi 23 mezes ou dous annos ; e semelhantemente como a Terra e Venus, além do movimento á roda do Sol, tem o seu movimento de rotação sobre o seu centro em 24 horas com pouca differença. Vamos a Jupiter : este Planeta está em distancia muito maior ; porque, conforme dissemos, são 130 milhões de leguas ; porém o tempo, que gasta em fazer o seu circulo, he muito maior, são quasi doze annos ; e tambem como os outros Planetas se revolve sobre o seu eixo : Saturno, que he o ultimo, sim dista do Sol 238 milhões de leguas, mas tambem he o mais vagaroso de todos elles em acabar a sua revolução, porque consome quasi 30 annos. Vamos aos Satelites : o da Terra, que chamamos Lua, está mui vizinho a ella, só dista 62. 153 leguas ; mas por isso no seu giro á roda da Terra gasta só 27 dias e quasi meio. Jupiter tem 4 Luas em diversas distancias ; e por isso cresce o tempo das suas revoluções entre si, comparando-os com as suas distancias a respeito de Jupiter, assim como cresce o tempo das revoluções dos Planetas grandes, quando crescem as suas respectivas distancias do Sol, á roda de quem girão. O mesmo se observa exactissimamente nos de Saturno. Vede agora a belleza deste systema. Primeiramente a sua uniformidade e perfeita *analogia* em todas as suas partes. Os corpos luminosos, como Sol e Estrellas, todos es-

estão quietos, só tem algum movimento de rotação, mas não mudão sensivelmente de lugar; e os corpos opacos todos girão. Além disto os corpos mais pequenos girão á roda dos corpos maiores: v. g. a Lua á roda da Terra, que he 49 vezes maior; os Satelites de Jupiter á roda delle, e os de Saturno do mesmo modo; e todos estes Planetas, porque são menores que o Sol, girão á roda delle, como seus Satelites e criados. Demais entre os corpos, que girão á roda de outro, os mais proximos fazem a volta mais de pressa; os mais remotos, como fazem circulo maior, o acabão mais de vagar. Ainda ha outra semelhança e correspondencia: os Planetas, que girão á roda do Sol, além desse movimento se revolvem sobre o seu eixo; porque ainda que de Saturno, e Mercurio não consta, he porque se não podem observar bem, hum por mui chegado ao Sol, outro por mui remoto. Ultimamente todos os corpos opacos girando á roda do Sol, ora se chegão mais, ora menos; e isto se estende a toda essa classe de Cometas, estando só a differença em serem mais compridas as suas Elisses. Não vos parece engenhoso este systema?

Eug. Confesso que estou admirado: que dizeis, Silvio?

Theod. E que direis vós, se já soubesseis a bellissima concordancia, que elle faz com as leis do movimento, constantemente obser-

fervadas nos corpos terreftres ? Ifto admiravelmente defcubrio Newton, e á manhá vos moftrarei, explicando-vos a caufa fyfica dos movimentos dos Aftros. De forte que eu, fallando-vos com a finceridade Chriftá, e de amigos, náo fei verdadeiramente os fegredos de Deos, nem o fummamente engenhofo maquinifmo fobre que Deos ideou o movimento dos Aftros; porém fe elle ideou o movimento dos corpos Celeftes, que obfervamos, fobre eftas mefmas leis de movimento, que cá eftabeleceo nos terreftres, perfuado-me que fe háo de mover como fe fuppõe nefte fyftema. Porém como os Ceos diftáo tanto da Terra, tambem os principios e leis de movimento lá podem fer mui diverfas das de cá. Mas ifto pertence á conferencia de á manhá. Agora quero que olhando fummariamente para hum e outro fyftema, conheçais a differença de hum a outro. No fyftema Ticonico náo ha efta belleza, nem uniformidade, nem formofura, como fe vê. Além diffo, os Planetas no fyftema Copernicano tem hum fó movimento á roda do Sol, do Poente para Nafcente, e effe náo he demaziadamente rapido como fe vê; porém no Ticonico, além deffe mefmo movimento, he precifo outro encontrado, que he o de cada dia; e effe he velociffimo, por fer em 24 horas. No fyftema Copernicano, para formar o dia e noite, bafta dar a Terra huma volta fobre o eixo em 24 horas;

ras; e no outro systema, he preciso que toda essa immensa máquina dos Ceos, com todas as Estrellas, Sol, e Planetas, e tambem os Cometas lá escondidos nas altissimas regióes invisiveis, he preciso, digo, que tudo dê huma volta á roda da Terra em 24 horas, que he huma velocidade tal, que parece incrivel. No systema Copernicano se explica sem trabalho nenhum o que vemos nos Planetas todos, que ora nos parece que com o seu movimento particular váo para o Nascente, como he costume entre todos; ora que recuáo para trás e váo para o Poente; ora que ficáo parados. Antes sem huma grande perturbaçáo na fabrica dos Ceos, náo podia deixar de nos parecer assim, ainda que na realidade elles sempre marchem com hum passo seguido, dando os seus giros de Poente para Nascente. Isto vos explicarei eu de vagar. Pelo contrario no systema Ticonico, para se explicarem estes movimentos, he preciso dizer que os Planetas andando pelo Ceo fazem huma linha toda enroscada como esta (*Estamp.* 3. *fig.* 3.); ora andando para diante, como desde *a* até *e*; ora para trás, como desde *i* até *o*; ora nem para trás, nem para diante, subindo hum pouco para sima, como desde *o* até *e*, ou de *e* até *i*. Isto bem póde ser; porém náo he mui natural. No systema Copernicano vai o Planeta sempre seguido para diante, como vereis á manhá, ou no dia seguinte. Ultimamente no systema Co-

Est. 3. fig. 3.

per-

pernicano, como disse, acha hum Filosofo que tudo quanto Deos creou, se governa por humas mesmas leis; que o que vemos praticado no movimento dos corpos, que tocamos com as mãos, he o mesmo que se observa com os olhos lá nas regiões dos Ceos: pelo contrario, no systema Ticonico não se guardão, nem podem conservar as leis de movimento estabelecidas cá na Terra; tudo se inverte. Eis-aqui o que faz parecer tão bello este systema, que hoje he seguido por muitos, ainda que lhe chamem politicamente mera hypothese.

Silv. Tudo isso eu concedo que seja assim: mas se esse systema he heretico, que importa que seja bello, natural, e facil? A Escritura está dizendo que o Sol nasce e se põe; que gira pelo meio do Ceo, e volta outra vez ao seu lugar; que a Terra está firme, &c. logo he heresia dizer que a Terra he a que se move, e o Sol he que está parado.

Theod. Dessa mesma frase, de que usa a Escritura Sagrada, usão ainda os mesmos Copernicanos, dizendo, que quando o Sol tem subido tantos grãos do Horizonte, então apparece mais pequeno que no Horizonte, &c. Mas eu tenho ainda muito que dizer sobre este systema: vamos por partes.

Eug. Mas tirai-nos primeiro este escrupulo.

§. IV.

§. IV.

Ponderão-ſe os argumentos da Eſcritura contra o ſyſtema Copernicano.

Theod. SEja embora, e averiguemos antes de tudo eſſes argumentos, pelos quaes vós, Silvio, julgais que eſte ſyſtema he heretico. Mas primeiro he preciſo fazer reflexão, que aquella doutrina, que a Igreja Romana dá huma vez por heretica ou falſa, ou erronea, aſſim o he na realidade; pois a Igreja não póde errar: e por conſeguinte, ainda que paſſem muitos Seculos, não póde a tal doutrina deixar de ſer falſa, ou heretica, ou erronea.

Silv. Iſſo aſſim he neceſſariamente: mas que faz iſſo ao ponto?

Theod. Eu o digo: Hoje ſe os Aſtronomos acharem razão evidente, que prove o movimento da Terra, eſtava a Igreja promppta para conſentir eſſa opinião, como protectora que he da verdade, e não da mentira. Iſto conhecereis vós deſta reſpoſta que deo o Padre *Fabri* Penitenciario do Summo Pontifice a certo Copernicano, que lhe fallava ſobre eſte ponto. Eu aqui tenho reſiſtado o lugar nas Tranſacções de Inglaterra (1): Lede-o vós em Latim, e traduzi-o

(1) Anno de 1665 no mez de Junho diz aſſim: P. Fabri e Societate Jeſu, Romæ apud

zi-o em Portuguez, para que Eugenio entenda a resposta que dá o Penitenciario do Papa ao Copernicano.

Silv. Traduzido rigorosamente, quer dizer: *Não huma só vez se tem perguntado aos vossos Corifêos, se tem alguma demonstração, que prove o movimento da Terra: e nunca se atrevêrão a dizer que sim. Logo não ha impedimento, para que a Igreja entenda, e declare que se devem entender os lugares da Escritura no sentido literal, em quanto se não mostra o contrario por demonstração; a qual se algum dia por vós outros for excogitada (o que difficultosamente crerei), nesse caso de nenhum modo duvidará a Igreja declarar que aquelles lugares da Escritura se devem entender no sentido figurado e improprio, como aquillo do Poeta: Terræque, urbesque recedunt.* Isto he o que diz o livro fielmente traduzido.

Theod. E parece-me que bem claramente se diz

S. Petrum Pœnitentiarius, rescribens cuidam Copernicano inquit: *Ex vestris Coryphæis non semel quæsitum est, utrum haberent aliquam pro Terræ motu demonstrationem? Nunquam ausi sunt id asserere. Nihil igitur obstat, quin loca illa in sensu literali Ecclesia intelligat, & intelligenda esse declaret, quandiu nulla demonstratione contrarium evincitur: quæ si forte aliquando a vobis excogitetur (quod vix crediderim) in hoc casu nullo modo dubitabit Ecclesia declarare loca illa in sensu figurato, & improprio intelligenda esse, ut illud Poetæ: Terræque, urbesque recedunt.*

diz o que eu dizia ; que a qualquer hora que apparecer razáo convincente , que prove o movimento da Terra , a Igreja declarará que os lugares da Escritura sobre o movimento do Sol se devem entender no sentido , que lhes dáo agora os Copernicanos. E isto náo disse a Igreja nunca aos hereges ; que se elles mostrassem razáo convincente a seu favor , entenderia os lugares da Escritura no sentido , que elles lhes daváo.

Silv. Pois que sentido se póde dar aos lugares da Escritura , que dizem que a Terra está quieta (1) e firme ; e que o Sol nasce e se póe , e volta ao seu lugar , e gira pelo meio dia (2) ; e que se revolve nos seus circulos , senáo o sentido que lhe damos ?

Theod. A resposta que dáo os Copernicanos a esses , e outros muitos lugares , que ha semelhantes , da Sagrada Escritura , he , que se devem entender no sentido natural e commum á intelligencia das gentes , isto he do movimento apparente , e quiete apparente. Deos (dizem elles) náo nos quiz ensinar Astronomia na Sagrada Escritura , quiz que os Sagrados Escritores fallassem accommo-

(1) *Terra autem in æternum stat.* Eccles. 1. v. 4.

(2) *Oritur Sol , & occidit , & ad locum suum revertitur ... girat per meridiem , & flectitur ad Aquilonem .... & in circulos suos revertitur.* Eccles. c. 1. v. 5. 6.

modando-se á commua opinião, e intelligencia dos póvos, como nos declara S. Jeronymo (1). Por isso disse a Escritura que Deos produzio dous luminares grandes (2), que são o Sol e a Lua, e que fizera além disso as Estrellas: e hoje he certissimo que a Lua nem de si he luminar, assim como o Sol, pois não tem luz propria; nem he grande, pois se sabe que he a mais pequena cousa que Deos fez em toda essa immensa classe de Astros que conhecemos no Ceo. Pelo que, assim como a Escritura lhe chama grande, sendo minimo astro, e luminar, sem o ser, sómente porque na commua opinião das gentes a Lua he luminar grande, pois della recebemos luz grande: e seria huma cousa que se não entenderia facilmente então, e perturbaria os póvos, se dissesse Moysés que produzíra Deos hum Astro minimo de si escuro, e este era a Lua: assim tambem disse que o Sol se movia, e a Terra estava quieta; porque esta era a opinião e frase de todos. Accrescentai que os mesmos Copernicanos nos seus livros, para os entenderem facilmente, usão desta mesma frase vulgar; e dizem que *quando o Sol sobe tantos gráos do Horizon-*

(1) S. Jeronymo in Jerem. 28. v. 10.: *Quasi non multa in Scripturis sanctis dicantur, juxta opinionem illius temporis, quo gesta referunt, & non juxta quod rei veritas continebat.*

(2) *Fecit quoque Deus duo luminaria magna*, Gen. 1. 16.

zonte succede isto ; quando chega ao Zenith succede estoutro ; que anda cada dia hum gráo para o Oriente ; que tem movimento desigual, ora mais depressa , ora mais de vagar , &c. Todas estas proposições achareis em Copernicanos ; porque , tirada esta questáo , accommodáo-se ao sentido commum de fallar conforme aos nossos sentidos ; e se fizessem o contrario , era pedanteria. Se hum Copernicano armando algum relogio do Sol se náo explicasse com o commum da gente vulgar , ninguem o entendia , e todos fariáo escarneo delle , e com razáo. Por este motivo Deos naquellas cousas , que náo sáo mysterios da Religiáo , nem conduzem aos costumes , accommoda-se á opiniáo commua das gentes ; e por isso até usa das mesmas frases , e idiotismos da lingua que eráo costumados nos póvos a quem fallava. Esta he a razáo de tantas parabolas , e semelhanças , e figuras , de que usaváo os Profetas , porque este era o costume daquelles tempos. Tambem por isso se diz , que Deos inclina os seus ouvidos ás nossas orações : que penetrado no intimo do coração tivera pena (1) : que esforçára o poder do seu braço (2) : que Deos tem entranhas de misericordia (3) , &c. sendo certo que Deos

(1) *Tactus dolore cordis intrinsecus.* Gen. 6. v. 6.

(2) *Fecit potentiam in brachio suo.* Luc. 1. 51.

(3) *Per viscera misericordiæ Dei nostri.* Luc. 1. 78.

Deos nem coração, nem entranhas, nem braços, nem ouvidos tem, fallando propriamente; mas porque, se algum Theologo prégando ao povo commutasse estas expressões nas suas literaes e genuinas intelligencias, ninguem o entenderia, ou mui poucos; por isso se deve usar destas frases accommodadas á intelligencia dos póvos. Ora se na Escritura se dissesse: *anda a Terra pelos seus circulos: e firme está o Sol no seu lugar immovel*, &c. os póvos que lessem, ou ouvissem ler os livros santos, como os havião de entender? sem que primeiro se cansassem os Doutores da Lei em lhes dar lições de Astronomia? Bem vedes que ficarião todos espantados; e como Deos não tem empenho em que nós sejamos Astronomos, accommoda-se á nossa intelligencia, e falla no sentido commum, e commua opinião. Eis-aqui a resposta dos Copernicanos aos lugares da Escritura.

Eug. Não me parece fóra da razão.

Theod. Hoje todos os homens doutos se persuadem que esta resposta se não deve desprezar, principalmente depois que se medírão os gráos do Meridiano, e se conheceo com certeza que a Terra tinha a fórma de huma laranja mais chata da parte dos pólos: ficando a agua do mar no Equador 6 leguas mais alta que nos pólos, o que pede necessariamente a rotação da Terra. Os que se firmão na literal intelligencia, he porque lhes não consta do motivo urgen-

tis-

tissimo que obriga ao contrario : e isto não se póde negar que he mui conforme á razão. Nem disto ninguem se póde queixar ; porque em quanto esteve o caso em dúvida , quanto he pela Astronomia e pelas leis da Fysica , deviamos com respeito accommodar-nos á literal intelligencia dos lugares da Escritura , que estão nessa posse. Mas como depois appareceo razão quasi convincente , então fazemos nestes lugares o mesmo , que se faz em outros , que se entendem no sentido vulgar e apparente. Alguns de parte a parte adiantão-se demaziadamente ; huns dizendo que o systema Copernicano já está demonstrado ; outros dizendo , que com razões naturaes se convence de falso. Huns e outros se adiantão muito : averiguemos as razões , que ha a favor , ou contra este systema.

§. V.

Dos argumentos fysicos contra o systema Copernicano.

Silv. RAzões contra esse systema não faltão : nem eu sei como hum homem de juizo deixará de se convencer com ellas , por mais bello que elle pareça , pintado como os Copernicanos o pintão.

Theod. E que razões são essas ? examinémolas.

Silv. Esta manhã estive lendo tantas em hum grande Moderno (1), que não sei se humas me confundirão as outras. Primeiramente se a Terra se movesse, os passaros não acharião os seus ninhos; porque como depois que sahírão delles, a Terra se moveo, não poderião depois atinar com elles. Demais, as nuvens não poderião nunca estar a prumo sobre nós; porque revolvendo-se a Terra para o Nascente, as mesmas nuvens, que correspondem agora á nossa cabeça, daqui a hum minuto já ficarião para a parte do Poente.

Theod. E se eu vos disser que com a Terra se revolve tambem a atmosfera do Ar, já não tem difficuldade nenhuma os passaros em achar os seus ninhos, nem as nuvens em ficarem a prumo sobre nós. Assim como, se no convés de hum navio for huma celha com agua e peixes, ou capoeira com gallinhas; ainda que a náo se mova mui rapidamente, e o puleiro, que agora estava aqui, na noite seguinte esteja muitas leguas longe, as gallinhas sempre acharáõ os seus puleiros costumados, e os peixes nenhuma differença sentiráõ de quando a náo estiver parada. Desse mesmo modo acontece neste systema aos passaros que voão, e ás nuvens. Tudo se move com a Terra; e nenhuma differença haverá a respeito dos seus particulares movimentos, quer a Terra esteja firme, quer como hum grande navio

(1) Fortunato de Brixia desde o num. 3398.

vio se mova perennemente junto com a região do Ar, e tudo o que nella habita.

Silv. Tem isso mais que dizer, do que parece. Quem ha de communicar esse movimento ao Ar? O globo da Terra não; porque, quando muito, lhe poderia communicar algum movimento por estar rodeada desse fluido; mas nunca seria tão rapido, como o da mesma Terra: assim como hum peão andando á roda, não communica igual movimento ao ar que o rodeia, posto que sempre o ponha em movimento; e creio ter lido que o vosso Newton demonstrava que hum corpo mettido n'um fluido infinito, dava ás diversas partes do fluido diversa velocidade, attendendo á distancia.

Theod. Estamos em caso differente; porque o Ar não se deve considerar fluido infinito, e muito menos a respeito da Terra: antes justamente se póde reputar por huma ligeira casca do globo Terraqueo. Mas não vos quero interromper.

Silv. Além disto: se a Terra se movesse para o Oriente em 24 horas, haviamos de experimentar sempre hum vento perenne para o Poente; por quanto o ar, não podendo acompanhar a Terra, que se movia para Nascente, iria correspondendo successivamente a todos os lugares, que ficão para o Ocaso, até que, acabando a Terra de dar huma perfeita volta, tornasse a corresponder a Lisboa o mesmo ar que antes lhe correspondia, tendo passado entretanto por

todas as terras que formão esse circulo do globo Terraqueo : e nada disto he assim. Com que, Theodosio, não deis por certo e assentado que ainda no caso de se mover a Terra, tambem o Ar se havia de mover.

Eug. Na verdade, Theodosio, que já Silvio me parece Moderno no modo, e nos termos com que discorre.

Theod. Gósto de o ver discorrer assim, ainda que não concorde comigo. Mas vós perguntais quem ha de dar esse movimento ao Ar ? Respondo, que quem o deo á Terra. Se eu fosse Copernicano, não diria que Deos deo o movimento á Terra, e que a Terra levava comsigo o ar; senão que Deos deo esse movimento á Terra, e ao Ar que a rodeia. Dado este movimento, perseverarião nelle o Ar e a Terra : especialmente porque estando o espaço dos Ceos assima do ar, ou vasio, ou quasi vasio, não tem quem retarde, ou impida o movimento do ar para o Nascente, acompanhando a Terra. Nem eu me valeria do que se valem alguns Copernicanos, dizendo que por este motivo na *Zona Torrida* (isto he, nas terras que de huma e outra parte acompanhão a linha até aos Tropicos) sempre ha vento para o Poente, procedido de que o ar não acompanha a Terra com tanta velocidade, e por isso parece correr para a parte opposta : digo que não respondo assim, porque não he necessario. Este modo he mais expedito. Deos assim

co-

como deo esse movimento a Jupiter, a Venus, e á Terra neste systema, podia dar o movimento ao Ar, que a rodeia. Porém vós, Silvio, he preciso que estejais persuadido que nem tudo o que dizem os Modernos he certo, ainda que sejão grandes homens. Entre nós ha muita variedade de opiniões, e dellas só huma póde ser a verdadeira: digo isto para que vos não espanteis de eu não concordar com o Brixia, nem com o P. Ricciolo, a quem nisso elle segue com demaziada veneração. Digo que he demaziada; porque ainda que Deos só désse movimento á Terra, esta communicaria algum ao ar proximo, e este ao outro: assim como succede, quando n'uma bacia de agua, com a mão pouco distante do centro, fazemos mover em roda toda a agua da bacia. Ora ainda que este movimento fosse lento ao principio, he certissimo pelas leis do Movimento (as quaes esse Author trata admiravelmente) que em quanto a Terra excedesse na velocidade o Ar, lhe iria communicando algum movimento: pela parte de fóra da região do Ar não ha nenhum embaraço sensivel: logo pelo discurso de tantos milhões de voltas, quantos dias tem havido depois da creação do Mundo, augmentando-se todos os dias o movimento do Ar, chegaria algum dia a igualar o da Terra; e como não ha causa que o retarde, depois de huma vez posto em movimento, nelle ficaria.

Silv.

Silv. Não basta que o Ar iguale o movimento da Terra, he preciso que o exceda; porque como está mais alto, e dista mais do centro da Terra, em 24 horas faria maior volta que a superficie da Terra, e forçosamente para acompanhar a Terra necessitava de maior velocidade: isto he lá pelas vossas leis.

Theod. Que vos parece, Eugenio! Silvio estudou bem o ponto. Ora assim deve ser; mas pergunto: E quanto maior deve ser a velocidade do Ar, do que a superficie da Terra?

Silv. Isso agora vós lá o sabereis.

Theod. Fallemos do Ar até á altura das nuvens; porque do que vai d'ahi para sima, não podemos ter prova da experiencia para dizer que acompanha ou não o movimento da Terra: esta altura quando muito será huma legua; porque, conforme aos mais exactos Geografos, os montes mais altos da Terra não vencem esta altura, e sabemos que vencem as nuvens. Sendo pois esta a altura do Ar que tratamos, era preciso ao Ar ahi ter velocidade maior que a da superficie da Terra; porém este excesso era tão pequeno, que ficava insensivel: devia em 24 horas andar seis leguas mais, pois só nisto vence o circulo das nuvens ao circulo que faria a superficie da Terra. E que velocidade he esta para ser sensivel no Ar? Correr 6 leguas em 24 horas, ou hum quarto de legua em huma hora?

Eug.

Eug. Hum coxo com duas moletas anda mais ligeiro; e posto huma hora continuada a andar, faria mais de hum quarto de legua.

Theod. Dizeis bem: ora supponhamos que o Ar com effeito nem nesse pouco excede á Terra na velocidade, mas que só a iguala; seguia-se d'ahi que as nuvens, se tivessem de altura huma legua, a não haver vento do Poente, correrião para lá; mas tão de vagar, que gastassem 4 horas em andar lá em sima huma legua. Ora dai para cá experiencia, pela qual conste que, não havendo vento nenhum extraordinario que as perturbe, não ha lá em sima esta insensivel viração. Supponhamos que eu dizia isto; que prescindindo de alguma viração do Poente, que contradissesse esta contínua viração do Nascente, nunca as nuvens podem ficar a prumo sobre nós, sem que lá tenhão este lentissimo movimento para o Poente. Quem poderia allegar experiencia, que me convencesse? Sendo-lhe preciso provar, primeiramente que lá em sima não havia nem esse movimento insensivel; e além disso, que não havia viração nenhuma do Poente. Sem provar estas duas cousas, ninguem diria que a experiencia provava contra mim. Mas não gastemos tempo com isso. A Terra com a continuação podia dar ao Ar movimento maior que o seu, assim como a mão, movendo-se dentro da agua da bacia por bastante tempo, póde dar á agua, que mais dista do centro, maior ve-

lo-

locidade, que a da mão. Mas a resposta verdadeira he: que este movimento da Atmosfera he immediatamente recebido de Deos, como o mesmo movimento da Terra.

Silv. Mas que dizeis vós á agua das lagôas e tanques que sempre se devião mover para a parte do Poente, porque nunca podião pela sua natureza acompanhar o movimento da Terra, que velocissimamente se volve para o Nascente?

Theod. Respondo que huma celha de agua num navio, que corre á véla, corresponde ás lagôas da Terra no systema que ella se mova; e assim como a agua da celha acompanha a celha e navio, assim a das lagôas acompanha a Terra.

Silv. Ainda tenho mais difficuldades; huma he que a chuva não podia cahir a prumo sobre a Terra; porque em quanto vinha pelo ar, fugia a Terra para o Nascente; e se gastar em cahir da nuvem até á Terra 2 minutos, já nesse tempo a Terra tem fugido muitas leguas.

Theod. Quem vos disse a vós que as pingas d'agua podião gastar dous minutos em cahir? Em dous minutos huma gota de agua, prescindindo da resistencia do ar, cahiria por huma altura de 216 mil pés: e quem deo tanta altura ás nuvens? Porém gaste a chuva huma hora em cahir, se as nuvens se movem com a Terra, assim como os *cestos das gavias* com os navios; segue-se

que

que assim como huma pedra lançada de sima do mastro, onde chamão *cesto da gavia*, cahe na raiz do mastro, por mais ligeira que vá a náo, como vos expliquei n'outro tempo (1), porque motivo não ha de cahir a chuva a prumo, por mais ligeira que corra a Terra? Qual he a outra difficuldade que dizeis?

Silv. Vós agora me lembrastes huma que tenho ouvido não sei a quem: eu a explico. Se do alto d'hum mastro cahir huma pedra, indo a náo despedida, fará cá em baixo n'uma caixa de barro molle sua cova, não totalmente a prumo; e cahindo do alto de huma torre, enterra-se bem a prumo; e se a Terra se movesse, a torre faria o mesmo que faz o mastro.

Theod. A mim me lembra de o ter lido no Padre Lanis, ainda que a outro proposito, mas não lhe dou muito credito; porque quem o certificou a elle, de que quando a pedra tocou no barro, não tinha o balanço da náo tirado a caixa do barro do Nivel mathematico; e que a cova, que quando se formou era mathematicamente a prumo, mudando de nivel a caixa, ficou hum pouco obliqua? Mais: Como conheceo elle, em tão pequena altura, e em materia molle, huma obliquidade, que não podia ser senão muito, e muito pequena? Mas diga elle o que disser. O caso he que em rigor mathematico deve ser assim no na-

(1) Tom. I. Tarde III. §. II.

navio, e na torre não. A razão he; porque no navio, como o ar nao tem a mesma direcção, e velocidade horizontal que se communicou á pedra, deve rigorosamente quando chegar ao barro ter menos velocidade horizontal que o barro, e essa diminuição ha de fazer inclinação para trás na cova. Porém em terra, como no caso, que ella se movesse, o ar levava o mesmo movimento horizontal para Nascente, que levava a pedra cahindo, não havia causa para fazer a cova obliqua no chão: isto he fallando em todo o rigor mathematico, que fysicamente he impossivel que se possa conhecer obliquidade sensivel na cova. Vamos a outra difficuldade.

Silv. Eu a digo: huma peça de artilheria voltada para o Nascente havia de cursar muito mais do que voltada para o Poente, porque no primeiro caso não só a força da polvora, mas o impeto da Terra, levava a bala; e no segundo era o impeto da polvora contrario ao da Terra. Estas cousas, Theodosio, são tiradas dos vossos mesmos principios; por isso eu me admiro que homens, a quem vós reputais por grandes Filosofos, tal digão.

Theod. Tendes muita razão: mas reparai, que essa mesma milita contra aquelles, que dizem que na camara de hum navio, quando elle vai com o vento seguido, se jogassem o truque de taco, não sentirião differença nos movimentos das bolas, de

quan-

quando jogassem estando o navio parado; e nisto hoje todo o mundo concorda. Silvio, vós não reparais que, indo a bala para o Oriente, tambem a Terra lhe foge; e vindo a bala para o Poente, em quanto vem pelo ar, o chão se lhe vai mettendo por baixo? Supponde vós que a polvora só póde fazer correr a bala 50 braças, e que esta he a distancia que tem o alvo da peça; e que a Terra nesse tempo correrá 30 braças, por exemplo. Quando o canhão ou peça de artilheria se volta para o Nascente, vai a bala com 80 gráos de velocidade, 30 que lhe deo o impeto da Terra, e 50 da polvora; mas entretanto o alvo fugio com a Terra 30 braças mais para o Nascente: já por estas contas precisa he á bala toda essa velocidade para chegar ao alvo; porque 50 gráos são para vencer a distancia da peça ao alvo, e 30 são para supprir o que elle fugio entretanto com a Terra. Ora voltemos a peça para o Poente. Como o impeto da Terra faz correr a bala 30 braças para o Nascente, ainda que a polvora lhe dê impeto para correr 50 para o Poente, não lhe communicará toda essa velocidade: ha de descontar-se o impeto da Terra em contrario; e só irá a bala com 20 gráos, e só poderá correr 20 braças para o Poente: porém entretanto o alvo, movendo-se com a Terra, se veio chegando para a bala; e assim andando o alvo para cá 30 braças,

a bala para lá 20, acaba-se a distancia de 50 braças, que entre hum e outro havia, e deo a bala no alvo. Crede-me, amigo Silvio, que se este systema tivesse qualquer embaraço com a Fysica, não o protegerião aquelles que tem chegado a huma, em certo modo escrupulosa, e demaziada observação das minimas leis de movimento para qualquer effeito. Agora os fundamentos, que tem a seu favor este systema, mais alguma força levão; os desapaixonados verão se he tanta como he precisa, para que se permitta francamente que se siga como *these*.

§. VI.

Das razões fysicas, que favorecem os Copernicanos.

Silv. NÃo me parece qũe serão muitos os seus fundamentos.

Theod. O Grande Cardeal Polignac, sendo mui bom Christão, e mui douto, como gloria que foi da purpura Cardinalicia, julgava o contrario do que vós julgais. No seu admiravel livro do *Anti-Lucretio*, depois de referir alguns systemas do Ceo, querendo referir o Corpernicano, lhe faz esta Introducção: *Mas porque me obriga o amor da verdade, aquella sentença me arrebata de todo, que affirma*, &c.

&c. (1) Isto dizia este grande Cardeal: muitos se não atrevem a dizer tanto, ainda que depois da sua morte se tem descuberto muitas razões mui dignas de attenção: e além disso o Summo Pontifice Paulo III. recebeo benignamente o systema Copernicano que seu Author lhe dedicou; e Urbano VIII. quando era Cardeal Barberino, em huma Ode seguio este systema, posto que depois o reprovou. Donde se infere que não he tão fóra da razão como vós dizeis. Mas para mim as mais fortes razões são estas duas. A primeira he tirada da figura da Terra, a segunda do movimento dos Pendulos. Quanto á figura da Terra, hoje dá-se por demonstrado, que ella não he perfeitamente esferica, nem oval, como alguns n'outro tempo affirmárão, mas de figura *esferoide.*

Eug. Não entendo esse nome.

Theod. Eu vo-lo explico: *esferoide* corresponde á figura de huma laranja; he huma esfera, hum pouco mais abatida em dous pon-

(1) Anti-Lucretio liv. 8. desde o ℣. 160.
Sed quia cogit amor veri, sententia totum,
Me rapit illa tamen, quæ per se clara refulget.
Ac mihi Divinam præstantius explicat Artem.
E pouco depois diz assim:
At licet ad Terram, quod pertinet, illa diserte,
Expediat, quia nempe eadem se præbet imago,
Vel si spectator, vel si spectata moventur,
Plura tamen Copernicio systemate clarent,
Quæ nunquam evolvet Ptolomeus, &c.

pontos oppostos (1) ; assim a Terra não he perfeitamente redonda ; porque nos pólos he mais abatida , e na *Linha* ou *Equador* , mais alta e levantada. Ora esta differença de altura desde a superficie da Terra até ao seu centro , ainda que a respeito do volume da Terra he pequena , em si verdadeiramente he mui grande ; porque reduzida a leguas Portuguezas , vale quasi seis leguas ; de sorte , que o diametro da Terra tirado d'hum ponto do Equador ao outro contrario , tem quasi 12 leguas mais do que o diametro tirado de pólo a pólo. Já dous grandes Filosofos suppondo o movimento diurno da Terra , tinhão conjecturado , e feito os seus calculos ; e provavão , que a Terra não era , nem podia ser perfeitamente redonda , e que havia de ser mais levantada no Equador. O primeiro foi Hugens (2) , o segundo foi Newton (3). Estes homens levados do calculo , e dos principios da Fysica , dizião que , se a Terra se revolvia á roda do seu eixo , os córpos todos , especialmente os fluidos , havião de fazer força para fugir do eixo para fóra ; porque isto he lei constante (como

(1) Fallando-se geometricamente *he huma elise , revolvendo-se sobre o seu eixo menor* ; assim como a esfera he hum circulo , revolvendo-se sobre o seu diametro.

(2) Discours sur la cause de la Pesanteur pag. 113.

(3) Princip. Phil. Nat. Math. lib. 3. prop. 10.

mo vos moſtrei quando fallei da funda) que todo o corpo , que ſe move em circulo , forceja a fugir do centro ; e iſto ſe chama ter força *centrifuga* , a qual he ſempre maior, quando he maior o circulo (1), ou quando creſce a velocidade (2) ; como algum dia vos moſtrarei , ſe houver tempo para tratar eſtas leis de movimento fundamentalmente. Supponde pois , que ſe revolve a Terra ſobre o eixo que vai de pólo a pólo , e que os corpos fluidos fazem força para fugir deſte eixo ; não obſtante a gravidade que os faz carregar para o centro , neceſſariamente ha de a agua no Equador eſtar mais alta que nos pólos e lugares circumvizinhos. Façamos aqui huma figura (*fig.* 4. *Eſtamp.* 3.). A agua de N , ou S (no caſo que eſta bola ande ſobre o ſeu eixo) fugirá para *o o* ; nem a gravidade embaraçará que ella fuja ; porque a gravidade não he para o eixo N , mas ſó para o centro ; e aſſim retirando-ſe hum pouco a agua do eixo para fóra , não vai contra a gravidade , porque não fica mais diſtante do centro. No Equador porém e lugares vizinhos , a agua não póde fugir do eixo , ſem fugir tambem do centro : temos logo ahi duas forças encontradas ;

Eſt. 3. fig. 4.

(1) Sempre creſce na razão da diſtancia do centro.

(2) Tambem creſce na razão do quadrado da velocidade : ou na razão inverſa dos quadrados dos tempos periodicos.

das ; huma que he a gravidade que a puxa para o centro , outra que he a força centrifuga , que a faz fugir do centro para fóra e levantar para sima ; e quando ha duas forças encontradas , a mais pequena fica vencida , mas sempre diminue algum tanto o effeito da outra , que a vence , porque a cansa e debilita. Aqui a gravidade vence , mas fica mais debilitada ; de sorte , que ainda que a agua não foge de todo , nem salta para o ar , sempre fica mais leve que a dos pólos ; e por isso , para se equilibrar no pezo com ella , lhe he precisa maior altura. Eis-aqui o fundamento destes Filosofos , para conjecturarem que a Terra havia de ser no Equador mais levantada ; porque ahi os corpos não havião de pezar tanto , diminuindo a força centrifuga algum tanto a força da gravidade : e por esta mesma razão dizem elles que Jupiter (cujo movimento de rotação he velocissimo , porque he em 9 horas) tambem não he perfeitamente redondo , he mais alto sensivelmente no seu Equador , do que nos pólos , conforme as mais exactas observações.

Silv. Mas tudo isso he na supposição , que se mova a Terra : negando-se essa supposição , cahe todo esse discurso.

Theod. Ora esperai. Feito este calculo , mandarão-se alguns annos depois homens peritissimos a medir a figura da Terra. Huns forão mandados a medir a volta ou convexidade da Terra junto á Linha ; outros junto

to aos pólos. Ao *Perú*, que fica na America perto da Linha, forão mandados Mr. *Godin*, *Condamine*, e *Bouguer*, Academicos da Academia das Sciencias de París, e os acompanhárão dous Mathematicos Heſpanhoes, D. Jorge João, Commendador de Malta, e D. Antonio de Ulloa, que eſcrevêrão a hiſtoria deſtas obſervações; e a *Torneao* na Laponia forão enviados Mr. *Meaupertuis*, *Clairaut*, e *Camus*, todos homens dignos de huma tal empreza: e achárão com effeito a Terra mais levantada no Equador quaſi 6 leguas das noſſas, com alguma differença do que tinha calculado Newton: e niſto hoje aſſentão todos. Vai agora o argumento. Se a Terra eſtá quieta, e ſe não revolve á roda do ſeu eixo, eſta agua em toda a parte ha de pezar o meſmo: logo a agua do mar no Equador, que eſtá 6 leguas mais alta que a dos pólos, por que razão ſe não ha de entornar para as ilhargas, iſto he, para os pólos? Aſſim ſe ſuſtentão em pezo 6 leguas de altura de agua! O equilibrio dos liquidos pede que ſe conſervem as ſuas ſuperficies na meſma altura; e por eſte modo deve a ſuperficie do mar ſempre eſtar na meſma diſtancia do centro; porém a experiencia moſtra o contrario. Eſte argumento tem muita força, quanto a mim; e eſtou perſuadido que ſe eſtas medidas da figura da Terra ſe ſoubeſſem no tempo do Padre Fabri não reputaria eſ-

te syſtema táo longe da demonſtração como elle dizia.

Silv. Eu lá deſſas demonſtrações não ſei ; e ſempre duvido deſſas medidas : nem ſei como ellas ſe podem tomar.

Theod. Tambem eu o não ſabia antes de o eſtudar : não me poſſo demorar niſto muito, aliàs eu vos diria como ſe tomárão.

Eug. Venha o outro fundamento que dizieis.

Theod. Algum parenteſco tem com eſte. Suppoſto o que fica dito , no caſo que a Terra ſe moveſſe á roda de ſi meſma , todos os corpos no Equador e lugares vizinhos havião de pezar menos ; e por conſeguinte cahir com menos velocidade para a Terra, por ſe debilitar o impeto ou força que os trazia. D'aqui ſeguia-ſe que os Pendulos dos relogios ſe havião de mover mais de vagar ; porque elles movem-ſe porque cahem , e com eſſa força , que ganhárão cahindo , tornão a ſubir : ſendo logo menor a velocidade dos corpos em cahir , tambem ha de ſer menor em ſubir com o impeto ganhado na deſcida ; e temos em fim que os pendulos farião os ſeus movimentos mais de vagar no Equador , do que nos lugares proximos aos pólos. Iſto he o que dá a razão , e as leis do movimento , que ſuccederia no caſo que a Terra ſe moveſſe.

Silv. Mas não ſuccede aſſim.

Theod. Tambem hoje he couſa conſtantemente aſſentada, que no Equador são as vibra-

brações dos pendulos muito mais vagaroſas, que nas regiões proximas aos pólos: de ſorte, que o meſmo Pendulo, que no Equador em determinado intervallo de tempo fazia humas tantas vibrações, já em París, que diſta muito da Linha, fazia muitas mais vibrações; e na Laponia, que diſta muito mais para o Norte, fazia ainda mais, como exactiſſimamente obſervárão os Academicos, que forão medir a figura da Terra, tanto os que forão ao Perú, como os que forão á Laponia. Mas além deſtes Academicos, já outros muitos antes delles tinhão achado eſſa differença; e advertido em que os Pendulos, quanto mais perto do Equador, tanto mais de vagar caminhavão. E como he couſa conſtante, que hum Pendulo quanto mais curto he, mais ligeiro anda, ſem que niſto ſe attenda nem á materia da vara, nem ao pezo, mas ſó ao comprimento; he hoje couſa aſſentada entre todos os Aſtronomos, que quando os lugares mais ſe avizinhão ao Equador, he preciſo encurtar mais os Pendulos, para concordarem nas vibrações com os outros que fazem ſeus movimentos em regiões diſtantes da Linha.

Eug. E que reſpondem a eſſe argumento os que não são Copernicanos?

Theod. Huns reſpondem que iſto procede de que na Linha e lugares circumvizinhos, com o nimio calor que ahi ha, ſe eſtendem as varas dos Pendulos, e ficão algum tan-

to mais compridos ; e de ferem mais compridos , por leis infalliveis fe fegue , que háo de caminhar mais de vagar.

Silv. Effa refpofta desfaz tudo.

Theod. Náo he táo boa como parece ; porque em Quito , ao mefmo tempo que cahia neve , andava o pendulo táo de vagar , que foi precifo encurtallo , para que as fuas vibraçóes concordaffem com as de París. Além de que efte calor infoffrivel da Zona Torrida, com que nos mettiáo medo , já Eugenio fabe por experiencia que he fabulofo. Se a calma fe deve medir pela proximidade do Sol , pelo S. Joáo muito mais perto eftá o Sol de Lisboa do que da Linha. Mas para que vós vejais , Silvio , como eftas coufas fe examináo miudamente , huma vara de metal de trinta pés de comprimento expofta ao calor ardentiffimo do Sol , eftendeo-fe huma linha mais ; e cá os Pendulos no Equador fe tem 3 pés , e 8 linhas de comprimento , he precifo encurtallos duas linhas ; por onde , fe efte effeito procedeffe do calor , era precifo que ahi , onde fe acha neve frequentemente , houveffe hum calor 20 vezes maior , que cá no pino do abrazadiffimo Eftio.

Silv. Como fazeis vós effas contas?

Theod. O calor da linha , ainda quando ha muita neve , eftende pela voffa conta o Pendulo de 3 pés , e 8 linhas , de forte que crefce duas linhas : logo fe tiveffe 30 pés de comprimento , havia de crefcer 20

li-

linhas, para caberem 2 linhas a cada 3 pés; mas nós vemos que cá o calor do mais forte Estìo só faz crescer huma linha na vara de 30 pés: logo lá na Linha quando géla, ha hum calor 20 vezes maior que cá na força do Estîo.

Eug. Eu não sei dessas contas; sei que ha calma grande, e ás vezes mui pequena, e que se acha muita neve pelos montes.

Silv. A mim parece-me que esta manhá li neste mesmo livro, que isso dos Pendulos não era sempre assim.

Theod. Algumas observações ha, que não concordão totalmente; mas de sorte, que em alguns lugares pouco distantes do Equador os Pendulos não amiudão mais as vibrações á proporção dos gráos de latitude, ou distancia da Linha; porém creio que são duas ou tres experiencias (1), as quaes podião não ser feitas com toda a delicadeza, e exacção que estas materias pedem; e sendo lugares mui proximos á Linha, não podia ser mui sensivel a differença; mas o commum dellas he, que quanto mais distão os Pendulos do Equador, mais amiudadas são as vibrações; especialmente comparando os lugares proximos á Linha com outros notavelmente distantes v. g. Lisboa, ou tambem comparando Lisboa com París e Londres, ou París com a Laponia, &c. sendo sempre preciso encurtar os Pendulos, quando se fazião as observações em lugares no-

(1) Wolf. Elem. Astr. §. 582.

notavelmente mais chegados ao Equador. Mas essa, e outras causas, que pelo tempo adiante poderão descubrir-se, talvez poderão mostrar que não procede esse effeito do movimento da Terra.

Eug. Para nos não convencerem os Copernicanos, basta que os seus argumentos não sejão totalmente evidentes: não he assim?

Theod. Assim he; porque argumento totalmente evidente pede outra casta de demonstração; mas sempre esta tem muita força. Outros argumentos allegão elles que pouca força tem. Hum he a demora que tem a luz em se propagar desde Jupiter até nós, quando o Sol fica no meio; porque fazendo a conta ao tempo dos eclipses dos Satelites de Jupiter, quando passando por detrás delle se mettem na sua sombra, sempre tardão hum quarto de hora; porém quando a Terra fica entre o Sol e Jupiter, succedem hum quarto de hora mais sedo. Atribuem elles isto a que como a Terra anda á roda do Sol com o movimento annuo, fica nessa volta humas vezes mais perto de Jupiter, e outras mais longe. Para os Ticonicos nenhum valor tem este argumento; porque no seu systema, posta a Terra fixa, como Jupiter faz a sua orbita á roda do Sol, e conserva delle a mesma sensivel distancia, estando o Sol e Jupiter em *conjunção*, tem este Planeta de nós distancia muito maior do que estando em *opposição*, como vos disse. Vendo as Estampas de hum, e outro sys-

systema facilmente se conhece, que em ambos a distancia de Jupiter a nós varía notavelmente, e póde causar essa mesma tardança na propagação da luz. Tambem alguns querem fazer argumento do vento Leste, que sempre reina na Linha; porém não faz força; porque se elle procedesse da rotação da Terra do Poente para Nascente, tambem se havia de sentir esta viração por toda a outra parte, posto que mais branda, porque todas as regiões se movião com a superficie da Terra de Poente a Nascente.

Outros argumentos deduzem da causa fysica dos movimentos dos corpos Celestes. Ora quanto a mim se he certo que Deos os governa pelas leis de Gravidade e impulso, que conhecemos cá nos corpos terrenos, razão tem e muita razão; porém quando fallarmos da causa fysica deste movimento, veremos isto mais claramente, e então veremos a admiravel simplicidade, e Analogia deste systema. Ultimamente podem deduzir o movimento da Terra da Theorica dos Cometas, que ficou entre todos os Astronomos assentada depois da apparição deste profetizado Cometa do anno de 59; e a este argumento se responde tambem no systema Ticonico; porque como o fóco das Elises dos Cometas he o Sol, movendo-se o Sol, e ficando a Terra fixa, temos o Cometa correspondendo ás mesmas Estrellas que corresponderia

ria visto da Terra, andando ella, e estando o Sol parado.

Eug. Ultimamente vós a que systema vos inclinais?

Theod. Eu como *these* suspendo o meu juizo, pelo que já fica dito. Hoje até na Corte de Roma se despreza publicamente o systema de Tico-Brahe, porque nada concorda com as leis de movimento que conhecemos cá na Terra; nem eu sei que ninguem tomasse a empreza de explicallo com essas leis. Agora fallando como mera *hypothese*, isto he, como mera supposição, que cada hum estabelece, para d'ahi explicar os effeitos todos, sigo só a Copernico, usando da licença que me concede a Igreja por hum Decreto dos Cardeaes Deputados da Suprema Inquisição no anno de 1620. E inclino-me mais a este que ao outro, parando em mera *hypothese*; porque se explicão os fenomenos, e movimento dos Astros nelle melhor que no outro. Tanto assim, que até o Padre Ricciolo Jesuita, excellente Astronomo, tendo bem grande odio a este systema, como se conhece dos argumentos e modo com que o impugna, quando vai a explicar os fenomenos, e formar os calculos dos movimentos dos Astros, accommoda-se ao systema Copernicano. Hoje todos os Astronomos se accommodão a elle, pela mais facil explicação dos effeitos que se observão, e melhor calculação dos movimentos; mas a ver-

verdade Deos a sabe ; porque , como disse , destes dous systemas nenhum está demonstrado mathematicamente , nem definido pela Igreja. Vamos a explicar os movimentos dos Astros.

Eug. Neste ponto temo-nos demorado muito.

§. VII.

Dos Astros Retrogrados , e Estacionarios.

Theod. CONvem explicar-vos agora como os Astros humas vezes caminhão direitos , outras para trás , outras parece que nem para trás andão , nem para diante : quando caminhão para trás , chamão-se *retrogrados* ; e quando parecem parados , chamamos-lhes *estacionarios.*

Silv. Pois os Planetas ora andão para trás , ora para diante ?

Theod. Quanto he pelo que nos dizem os olhos , sim ; porém na realidade , não. Ponhamos exemplo em Jupiter. O seu movimento proprio em todos os systemas já se sabe que he do Poente para Nascente : se Jupiter hoje appareceo junto de huma Estrella , e á manhã apparece affastado della para o Nascente , dizemos que Jupiter vai direito ; porém se Jupiter hoje , á manhã , e o outro dia apparecer sempre junto da mesma Estrella , dizemos que então está

estacionario. Acontece porém muitas vezes, que depois de ter hoje apparecido junto com a Estrella, á manhã apparece affastado della, mas para o Poente, e o outro dia ainda mais affastado; nestes casos dizemos que Jupiter anda *retrogrado* ou para trás. Todos os Planetas tem isto: convem agora saber, de que procede este effeito; e se esta irregularidade de movimentos he real, ou só apparente. Havemos de fazer separação entre os Planetas que chamão *inferiores*, que são Mercurio e Venus, e os *superiores*, que são Marte, Jupiter e Saturno. O que dissermos de Venus, tambem quadra a Mercurio; e o que dissermos de Marte, convem a Jupiter e Saturno: vamos a Venus. Mas antes que comece a explicar-vos este ponto, quero advertir-vos que aqui não fazemos caso do movimento commum em 24 horas do Oriente para o Occidente; porque procedo no systema Newtoniano, que reputa esses movimentos por apparentes: só fallo dos movimentos proprios de cada Astro, que todos são de Poente para Nascente. Isto supposto, já sabeis que Venus anda á roda do Sol perpetuamente neste circulo, que eu aqui debuxo, para mais facil intelligencia (*Estamp*. 3. *fig*. 5.). Ponho o Sol no meio, e á roda delle Venus *v*; mais abaixo faço huma porção do circulo, que descreve a Terra no systema Copernicano; e lá em sima faço esta linha curva N P, que suppõe-

Est. 3. fig. 5.

põe se ser huma porção do Ceo estrellado. N quer dizer Nascente, P Poente; porque movendo-se a Terra T de *n* para *m*, parece aos seus habitadores, que o Sol se move lá pelo Ceo de P para N, que he o mesmo que de Poente para Nascente. Em quanto Venus vai de *v* para *e*, a Terra não póde andar tão depressa na sua orbita; e assim, se primeiramente lhe correspondia a R, depois lhe corresponde a G; e este movimento he *retrogrado*, porque he de Nascente para Poente. Supponhamos porém que Venus chegou a *e*: como ahi a orbita já se inclina muito a respeito da orbita da Terra, ha de acontecer, que tirando duas parallelas, o espaço *a e* da orbita de Venus seja tanto maior que o da orbita da Terra, por causa da maior inclinação, quanto a velocidade de Venus he maior que a da Terra: nestes termos, Venus, olhando-a da Terra, sempre corresponderá ao mesmo lugar sensivel do Ceo, e parece-nos *estacionaria*. Porém passando Venus de *a*, como já a orbita inclina muito, sempre a Terra, ainda que mais vagarosa, se affasta mais da linha T R do que Venus; e já Venus, que vista da Terra apparecia em G, agora ha de corresponder alguma cousa de G para R; e continuando a Terra em andar para *m*, e Venus já na volta inferior de *a* para *ſ*, e de *ſ* para *i*, a quem estiver na Terra, parecerá que Venus se move de G para R, e

de

de R para N ; e este movimento se chama direito, porque he de Poente para Nascente. Continuando porém Venus e a Terra em andar, chegaráõ a corresponder entre si, como se Venus estivesse em *i*, e a Terra em T : já então, quando a maior velocidade de Venus a respeito da Terra tivesse a mesma proporção que o espaço da sua orbita entre as duas parallelas a respeito do espaço da orbita da Terra, nesse caso Venus tornaria a parecer *estacionaria*; e continuando de *i* para V, como anda mais depressa que a Terra, passaria por ella, e iria correspondendo no Ceo successivamente de N para R, que he movimento retrogrado. Pelo que, em hum giro inteiro, Venus seria retrograda de *i* até *e*, de *e* até *a* estacionaria ; de *a* até *s*, e de *s* até *i* caminharia direito ; em *i* seria outra vez estacionaria, e d'ahi outra vez retrograda: e isto he o que acontece na realidade.

Eug. Pelo que me dizeis a irregularidade desse movimento he só apparente ; porque na realidade Venus sempre anda na sua linha continuada de Poente para Nascente.

Silv. Mas por isso mesmo que anda n'uma linha continuada, se quando anda além do Sol se move para huma parte, quando dá a volta por cá, ha de mover-se para a parte opposta, para vir a completar o seu circulo: isto he bem claro.

Eug. Temos logo, que quando Venus passa por entre nós e o Sol, vai retrograda;

mas

mas no principio e fim do movimento retrogrado fica algum tempo estacionaria, e em todo o mais tempo vai com movimento direito.

Theod. Isso he : e o mesmo se diz de Mercurio á proporção. Vamos agora aos Planetas superiores.

Eug. Que são Marte, Jupiter e Saturno : não he assim?

Theod. Assim he. Expliquemos o movimento retrogrado de Marte, e fica explicado o dos outros dous. Façamos logo outra figura para mais facil intelligencia (*Estamp.* 3. *fig.* 6.). O Sol está no meio do circulo que descreve a Terra T, (já tenho dito que explico estes effeitos no systema Copernicano) a Terra move-se de *r* para *e*, d'ahi para *o*, para *s*, e para *r* : semelhantemente Marte na sua orbita move-se mais de vagar, mas tambem de *m* para *n*, isto he, de Poente para Nascente ; porém como a Terra vai mais ligeira do que Marte, desde que chega a *r*, vai passando por baixo, e vai-o como deixando atrás, de sorte que olhando da Terra T, se Marte então correspondia a R, d'ahi a pouco ha de apparecer em *g* ; e aqui temos movimento retrogrado, que he de R para *g*, ou de Nascente para Poente. Supponhamos agora que a Terra chega a *e* ; como já começa a sua linha a inclinar muito, póde, não obstante a sua maior velocidade a respeito de Marte, não sahir das duas parallelas

Est. 3. fig. 6.

que

que aqui ſupponho formadas, ſenão ao meſmo tempo que ſahe Marte, por ficar a linha da Terra mais inclinada. Neſte caſo olhando da Terra parecerá Marte no meſmo lugar ſenſivel do Ceo; porque a diſtancia das parallelas lá no Ceo não póde perceber-ſe; julgará logo o obſervador, que Marte eſtá parado ou eſtacionario. Mas quando a Terra paſſar de *o*, como a linha da orbita inclina muito para baixo, Marte ſe vai affaſtando da linha T R muito mais que a Terra, e parecerá a quem deſde a Terra olhar para elle, que Marte ſe move de *g* para R, que he o meſmo que de Poente para Naſcente, ou com movimento direito; e aſſim continuará em quanto a Terra volta por *s* até chegar a *r*. Porém tanto que a Terra ficar a reſpeito de Marte neſſa poſtura, torna a parecer-lhe eſtacionario pela meſma razão; e de *r* até *e* outra vez retrogrado. Não ſei ſe me explico baſtantemente.

Eug. Eu bem entendo. Quanto ao que percebo infiro d'ahi, que todas as vezes que a Terra paſſa por entre o Sol, e qualquer Planeta ſuperior v. g. Marte, como vai mais ligeira do que elles, parece-nos que elles recuão para trás: aſſim como quando nós pelo rio vamos com a força de vélas e remos mui ligeiros, todas as demais embarcações que vão mais vagaroſas, ao paſſar por ellas nos parece que recuão; aſſim a quem vai na Terra ao emparelhar com

Mar-

Marte ou Jupiter, que são mais ronceiros, lhe ha de parecer que esses Planetas recuão para trás, com movimento retrogrado; porem quando nós principiamos a voltar, já a nossa velocidade, ainda que seja absolutamente maior que a sua, como voltamos, faz que elles nos correspondão de outra sorte; e no restante da jornada, nós andando na volta debaixo para huma parte, e elles na sua orbita de sima para a parte contraria, nos parecerá que caminhão ligeirissimos com o seu movimento de P para N, ou de Poente para Nascente, que he o direito.

Theod. Já vejo que percebestes.

Eug. Supposto o que me tendes dito, infiro que hum Planeta póde na sua orbita ser muitas vezes retrogrado.

Theod. Inferis bem; porque todas as vezes que a Terra passa por entre elle e o Sol, como vai mais ligeira, já o Planeta lhe fica retrogrado: assim Jupiter em cada revolução será mais vezes retrogrado que Marte; e Saturno ainda mais vezes que Jupiter.

Eug. Estou satisfeito.

Theod. Sendo assim, baste por hoje; porque o que agora se seguia era dar-vos a causa dos movimentos dos Astros, e as leis que infallivelmente observão; porém he muito para hoje; será esta a materia da conferencia seguinte.

Silv. Seja embora, porque a cabeça pouco

cos-

costumada a estas materias, cansa se as conferencias são largas. Vamos entreter-nos com o jogo o restante da noite, que hoje não estou para mais estudo.

Theod. Vamos.

TAR-

TARDE XXXIII.

Da causa fysica do movimento dos Astros; e das Leis que perennemente observão.

§. I.

Do systema Newtoniano em commum.

Theod. HOje, amigos, havemos de discorrer mais conforme á nossa profissão, do que nos dias precedentes; porque até aqui mais nos governavão os oculos dos Astronomos, do que a razão de Filosofo: hoje entra o discurso cá mais por nossa casa, e admirareis como póde a razão descubrir as causas fysicas, ou principios dos movimentos de toda essa maravilhosa fabrica. Sobre este ponto tem havido muitas opiniões, e Silvio poderá ser que se incline a algumas diversas da que eu hei de seguir.

Silv. Eu bem sei que foi opinião de Platão, e Origenes, e Cicero e outros muitos, que os Astros erão animados, e tinhão sua alma racional e intelligente, a qual dirigia e governava os seus movimentos; porém nunca esta opinião me agradou. A que eu sigo, he a que seguem

quasi todos os Santos Padres ; diz que os Astros são governados pelas *intelligencias*, isto he , pelos Anjos destinados por Deos para a sua conducção : e o fundamento parece-me concludente. Porque os Astros não se podem mover por si mesmos , aliàs diremos que tem alma , o que se não póde dizer : logo são movidos por outrem. Essoutra causa que os move deve ser poderosa , e sábia , e isto só convem ou a Deos immediatamente , ou aos seus Ministros, que são os Anjos : porque admittir outro corpo que os mova , he ridicularia ; pois esse corpo não poderia governallos bem , não tendo intelligencia : além disso , necessitava de quem o movesse a elle ; porque nenhum corpo se move a si mesmo , como vós nos tendes dito muitas vezes.

Theod. Os Cartezianos querem que os Astros sejão movidos pelos Vortices de materia eteria , que continuamente girão á roda do Sol. Keplero , homem pasmoso por algumas descubertas que fez no movimento dos Astros , não foi mui feliz na causa do seu movimento : dizia que o Sol lançava de si certas especies não materiaes, que movidas á roda do Sol levava comsigo os Planetas. Estas sentenças já eu vos mostrei quão pouco seguidas devião ser, quando fallámos dos Vortices de Des-Cartes. Agora no que toca á opinião dos Anjos , assim como algum dia foi seguida dos

San-

Santos Padres, assim hoje he rejeitada dos Filosofos Christãos: porque achão que nada conduz para o credito da sabedoria do Supremo Arquitecto, o necessitarem as peças desta Maquina de quem as esteja sempre movendo. Que habilidade mostraria hum homem em fazer qualquer maquina, se a cada roda della tivesse hum moço, que a movesse continuamente? Os homens tem ideado máquinas, que imitão bem propriamente os movimentos dos Astros, e com huma mola, ou com hum pezo se podem mover: e a Sabedoria de Deos não faria na realidade ao menos huma cousa, que os homens se atrevem a imitar? A veneração devida aos Santos Padres he naquellas cousas, em que elles fallárão como illuminados, bebendo a doutrina das Escrituras santas, ou Sagrados Concilios, ou da Tradição dos Maiores; porém em materias de Filosofia, só merecem a veneração que por si tem a sua opinião, e o fundamento della, que he mui fraco, pois no seu tempo nem instrumentos havia, nem observações a proposito.

Silv. Pois aonde ides vós dar comvosco?

Eug. Eu tambem estou esperando o discurso de Theodosio; porque os Astros não se movem por si mesmos, nem por outro corpo, porque já impugnastes os Vortices; nem pelos Anjos: só resta Deos; mas pelo que suspeito, não seguireis isso.

Theod. Sigo que he Deos; mas por hum mo-

do que acredita bem a sua suprema Sabedoria. Isto que digo vai como mera *hypothese*, e he explicar o bello systema Newtoniano, que quanto a mim he a cousa mais engenhosa, que se tem dito em toda a Fysica. Dai-me attenção; e em não entendendo alguma cousa, replicai, para logo vo-la explicar.

Eug. Descançai, que em quanto eu não replicar he signal que tudo vou entendendo.

Theod. Supponhamos que no cume de hum altissimo monte (*Estamp.* 3. *fig.* 7.) se collocava hum canhão de artilheria horizontalmente, e que despedia huma bala; se fosse com mui pouca ou quasi nenhuma força, logo a bala cahia á raiz do monte *o*; se a força fosse maior, a bala iria mais longe *i*; e a linha, que descreveria, não se encurvaria tanto. Supponhamos que nos tiros que successivamente dava, cada vez hia sendo maior a força, cada vez seria a linha menos curva. Ora supponhamos que a força era infinita; neste caso a bala iria por linha recta *a e*; e nunca declinaria della para baixo, porque força infinita nunca fraquea. Mas não sendo esta força infinita, alguma cousa havia de fraquear, e a bala havia de desviar-se da linha recta, e havia de descrever huma curva: esta curva o seria mais ou menos, conforme a força; de sorte que tanto menos abateria e se encurvaria, quanto maior fosse a força da projecção. Ora supponhamos que a força

Est. 3. fig. 7.

era

era em tal medida, que a linha, que a bala descrevia, se desviava da recta (ou *Tangente*) *a e* tanto, quanto desta recta ou Tangente se desvia a circular descrita á roda da Terra *a m n*. Neste caso (prescindindo da resistencia do Ar, que continuamente iria resistindo á bala, e debilitandolhe a força) a bala daria huma volta á roda da Terra; porque se não fosse o pezo, e a gravidade que a faz sempre propender para o centro da Terra, iria por huma linha recta *a e*, e fugiria da Terra; mas a gravidade que sempre a opprime, sempre puxa por ella, e a faz encurvar e voltar em circulo: assim como a guia na mão do Picador tem mão no cavallo que anda em roda, e ella he que o faz ir dobrando sempre em giro a sua furiosa carreira; mas no ponto, que a guia estalasse, o cavallo, sendo o campo livre, seguiria a linha recta, e não voltaria em circulo.

Eug. Mas agora por mais força com que se atire a bala, sempre ella vem dar no chão.

Theod. Assim he; porque a gravidade póde mais que a força da projecção. Não se contenta com a curva circular; mas faz dobrar a bala muito mais pela linha *a o*: assim como quando o Picador não se contenta com fazer que o cavallo ande em circulo, igualmente distante delle em todas as partes, o puxa com mais força, de sorte que o faz vir á mão. Mas para mim bas-

basta-me que vós entendais, como podia a força da projecção ser tanta, que a gravidade, ou pezo, apenas pudesse encurvar a linha da projecção *a e*, até a fazer circular como *a m n*.

Eug. Bem percebo como isso póde ser.

Theod. Neste caso duas forças deveis considerar: huma que chamão *centrifuga*, ou força para fugir da Terra e seu centro, a qual se involve na força da projecção; a outra força, que chamão *centripeta*, ou *attracção*; e esta he a força que retem a bala, e prohibe que não fuja pela linha recta *a e*, como ella queria.

Eug. Applicando esses nomes á comparação, de que usastes, a força, que faz o Picador para conservar o cavallo no circulo, he *centripeta* ou attracção; mas a força, que faz o cavallo para seguir a linha recta, chamar-lhe-hemos força *centrifuga*.

Theod. Dizeis bem. Agora accrescento algumas proposições, que pertencem ás Leis geraes de movimento, e vós não sabeis; porque quando fallámos nestas materias era muito no principio, e não estaveis senão para cousas mui perceptiveis. (Proposição primeira): *Todas as vezes que hum corpo se move em circulo á roda de outro, necessariamente devem haver estas duas forças; huma centripeta, que o faça encurvar a linha do movimento* (aliàs seguiria a linha recta); *outra centrifuga, com a qual forceja o corpo por seguir a recta, e affastar-se do centro.*

Por-

Porque necessariamente todo o corpo, que se move em giro, forceja por ir pela linha recta; e se escapa da força que o puxa para o centro, vai por linha recta, como a pedra escapando da funda, e o cavallo quebrando a guia. Aliàs o corpo, senão tivesse esta força com que quer fugir do centro, obedeceria á força centripeta, e viria direito ter ao centro, e não continuaria a mover-se em circulo.

Eug. Isso he claro.

Theod. Accrescento mais outra. (Proposição segunda): *Movendo-se hum corpo em circulo á roda de outro, necessariamente as duas forças centripeta e centrifuga devem ser iguaes.* E he manifesto; porque indo o corpo em circulo, nem se chega, nem se affasta mais do que estava, a respeito do corpo que fica no centro. Ora fica bem claro, que se a força *centrifuga* fosse maior, havia de vencer a outra, e o corpo se affastaria mais do centro; e se a força *centripeta* ou *attracção* fosse maior, tambem havia de vencer a outra, e o corpo se chegaria mais para o centro.

Eug. Isso era infallivel.

Theod. Suppostas estas Leis, diz Newton. Todos os Planetas pezão para o Sol; assim como todos os corpos terrestres pezão para a Terra: além disso, Deos quando os creou, os impellio por linhas rectas, e Tangentes; porém a *attracção* do Sol, ou *gravidade* dos Planetas para elle he huma

co-

como corda, que os obriga a dobrar a carreira, não consentindo que se affastem, nem fujão delle pelas linhas rectas, como elles pedião pelo impeto com que se movem: e assim esta *attracção* os obriga a voltar em circulo á roda do Sol. Deos, que sabia quanto era o pezo de cada Planeta, ou a força de inclinação para o Sol, os impellio com força proporcionada ao seu pezo, de sorte que nem a força centrifuga vencesse a *attracção*, nem fosse della vencida, mas em circulos perpetuos girassem á roda do Sol; porque como lá não ha materia que retarde os Planetas, com a mesma velocidade, com que derão a primeira volta á roda do Sol, continuão a girar sempre. Que me dizeis a este pensamento? não he ao mesmo tempo simples, natural, e summamente engenhoso?

Eug. Quem póde duvidallo? Eu lembro-me da funda que retem a pedra em giro, forcejando ella a ir pela linha recta. Lembro-me desse exemplo da Picaria, sustentando o picador com a guia a furia do cavallo, e obrigando-o a voltar á roda delle; e não vejo porque não possa o pezo dos Planetas para o Sol, ser huma como corda, que os faça dobrar a carreira; forcejando por huma parte elles sempre a affastar-se do Sol, e puxando por outra sempre o Sol por elles com a força do pezo ou da attracção, obrigando-os a não distar delle mais do que dis-

distavão, ou, que he o mesmo, fazendo-os girar em redondo.

Theod. Ora o que se diz dos Planetas primarios a respeito do Sol, se diz dos Satelites ou Planetas secundarios a respeito dos primarios; e o mesmo se diz da Lua a respeito da Terra. Tendes formado conceito do systema? Vamos agora a ver as provas delle. Confesso-vos, que quando eu vi que a Lua, só por estas leis da gravidade, que nós aqui conhecemos na face da Terra, he obrigada a girar á roda della, e que exactissimamente se ajustavão ás leis de movimento, e á observação, pasmei.

§. II.

Provas da Gravidade geral e mutua de todos os corpos.

Silv. ORa vamos a ver os fundamentos dessa idéa, que na verdade he engenhosa.

Theod. Primeiramente estabelece Newton, que em todos os corpos ha huma geral e mutua gravidade, a qual, se a consideramos da parte do corpo que se move, chama-se *Pezo*, ou *Gravidade*; se a consideramos da parte do corpo para onde se move, chama-se *Attracção*: seja isto o que for na realidade, porque Newton por esta palavra só quer significar o effeito; isto he, o mo-

mover-se ou propender hum corpo para o outro. Todos os corpos terrestres pezão para a Terra, e huns pezão para os outros mutuamente; porém como na vizinhança da Terra nenhum corpo, por grande que seja, faz figura á vista do globo da Terra; assim tambem não póde ser sensivel a força com que hum corpo puxa pelo outro, á vista da força, com que puxa por ambos todo o Orbe Terraqueo; porém he mui sensivel o pezo da Lua para a Terra. Este pezo prova-se manifestamente pelo que ha pouco vos disse (Proposição primeira). Todas as vezes que hum corpo se move em giro á roda de outro, tem força centripeta, isto he, força que o puxa para o centro; aliàs seguiria a linha recta, que he a mais natural e simples: e bem evidente he que hum corpo, que sempre vai torcendo o caminho para huma parte, tem causa que o faz torcer, e inclinar para essa parte. Ora esta causa, que faz á Lua sempre torcer o caminho inclinando para a Terra, e girando sempre á roda della (como a pedra na funda á roda da mão, e o cavallo com guia á roda do picador) esta força de inclinação para a Terra, se póde chamar *Pezo* ou *Gravidade*: nem nós quando dizemos que a Lua peza para a Terra, queremos outra cousa, senão que haja huma força, que sempre a puxe para a Terra. Pelo mesmo discurso se vê, que pezão para Jupiter os seus Satelites, e os de Sa-

tur-

turno para o seu Planeta ; aliàs não poderião girar á roda delles ; pois pela Proposição primeira estabelecida, quando hum corpo gira á roda de outro , sempre ha força que o puxa para o centro , e faz voltar o caminho a cada passo, de outro modo seguiria com o impulso o seu caminho direito.

Eug. Nisso já estou : continuai.

Theod. E como todos os Planetas girão á roda do Sol , por este methodo se prova que todos tem força , que os puxe para elle , e os não deixe seguir as linhas rectas das suas projecções : a esta força se chama pezo para o Sol. Falta agora provar o pezo mutuo dos Planetas huns para os outros ; porém este só se faz sensivel em Jupiter e Saturno ; porque quando Jupiter passa o mais perto de Saturno que lhe permittem as suas orbitas , se observa que Saturno se desvia hum pouco, obedecendo á attracção de Jupiter ; e os Satelites de Jupiter se perturbão nas suas orbitas , por obedecerem á attracção superior de Saturno.

Eug. He admiravel observação essa na verdade !

Theod. Convem agora saber as Leis desta gravidade mutua. Vós estareis lembrados de que quando fallámos da *Gravidade* eu vos disse , que por mui diversos que fossem os pezos dos corpos , prescindindo da resistencia do Ar , todos cahião para a Terra com igual velocidade (1).

Eug.

(1) Tom. I. Tarde I. §. VIII.

Eug. Lembro-me.

Theod. D'ahi tiremos huma regra geral. (Proposição terceira): *Para julgar da velocidade com que hum corpo cahiria para hum centro, não se deve attender á quantidade de materia desse corpo que cahe.* Pois vemos que tanto o chumbo como a pluma, como a cortiça, tudo com igual velocidade cahe para a Terra (prescindindo da resistencia do Ar): Ficai bem nisto.

Eug. Concordo comvosco, porque me lembrão as experiencias, e as razões que nessa occasião me ponderastes.

Theod. Agora em estoutra Lei, que vou a dizer, podereis ter alguma dúvida. Digo eu, que (Proposição quarta) *conforme he a massa ou quantidade de materia do corpo attrahente, ou que está no centro, assim he a força com que vem para ella o corpo attrahido que gira á roda.* V. g. hum corpo pendurado em igual distancia sobre a Terra ou sobre a Lua, com mais velocidade cahiria para a Terra do que para a Lua. A razão he; porque sendo esta Lei da gravidade geral e mutua, todas as particulas de materia attrahem e puxão por todas as outras: logo as particulas de materia, que ha na Terra, como são muitas mais do que as da Lua, fazem todas juntas huma força de attracção muito maior na Terra do que na Lua; e assim puxando huma e outra força por hum corpo posto em igual distancia de ambos, mais velozmente ha de

el-

elle obedecer á attracção da Terra, que á da Lua. Ponhamos algum exemplo pratico. Huma magnete quanto maior he, com maior força puxa pelo ferro, porque são mais as particulas attrahentes, e maior força attractiva. Outro exemplo: ponhamos em duas barquinhas ligeiras duas magnetes desiguaes, em distancia e postura que mutuamente se attraião; ambas se movem até ajuntar-se; mas a mais pequena se move mais ligeira, e obedece mais promptamente, porque a força attrahente da outra he maior. Logo (Proposição quinta) *estabelecida esta mutua attracção ou gravidade entre dous Planetas, se os deixassem livremente obedecer a esta mutua attracção, o mais pequeno se moveria mais ligeiro; sendo tanto maior a velocidade nelle, quanto o outro o vence em massa, ou na força attrahente proporcionada á massa.*

Eug. Tambem concordo nessa proposição facilmente, e se deduz dos principios estabelecidos; e até Silvio com o seu silencio as approva.

Silv. Suppostos os principios, sobre que Theodosio discorre, as proposições, que vai estabelecendo, são consequencias necessarias.

Theod. Falta ainda outra Lei: e vem a ser (Proposição sexta) que *esta gravidade decresce e diminue á proporção que cresce o quadrado da distancia em que está o corpo.*

Eug. Não entendo.

Theod.

Theod. Não sei se já vos expliquei que cousa era número quadrado. Número quadrado he o producto de qualquer número multiplicado por si mesmo. V. g. 4 he quadrado, porque he o producto de 2 multiplicado por 2: semelhantemente 9 he número quadrado; porque 3 multiplicado por si mesmo, dá 9. O número, que se multiplica, chama-se raiz quadrada; e o producto he número quadrado. Para ver se me entendeis, assignai-me alguns números quadrados.

Eug. Creio que todos estes são quadrados 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100.

Theod. Acertastes; porque 2 multiplicado per si, dá 4; 3 multiplicado por si, dá 9; 4 multiplicado por si, dá 16; 5 multiplicado por si, dá 25, &c. Ora já que tocámos nisto, digamos logo agora, o que d'aqui a pouco será preciso. Já sabeis que número quadrado he o producto de hum número multiplicado por si mesmo: e sabeis vós que quer dizer número cubico?

Eug. Não.

Theod. Número cubico he o producto do número quadrado multiplicado pela sua raiz: v. g. 9 he número quadrado, a sua raiz he 3; multiplicai 9 por 3, e fica número cubico.

Eug. Por esse modo 27 he número cubico; porque 3 vezes 9 dá 27.

Theod. Assim he. Portanto em vós querendo fazer hum número cubico, não tendes mais

que

que pegar em qualquer número v. g. 2 , e multiplicallo por si mesmo , fica 4 , que he número quadrado : tornai a multiplicar esse 4 ou número quadrado pelo primeiro número 2 , a que chamamos raiz , e fica 8 , porque 4 por 2 dá 8.

Eug. Por essas contas o número cubico formado da raiz 2 he 8 , como dizeis ; o número cubico formado da raiz 3 , he 27 ; porque 3 por 3 são 9 , e 9 por 3 são 27 ; o número cubico de 4 são 64 ; porque 4 por 4 são 16 , e 16 outra vez multiplicado por 4 , são 64. Já vejo que os números cubicos crescem muito depressa.

Theod. Assim he ; e como entendeis isso , facil vos fica o entender o que vou a dizervos. Hum corpo posto sobre a Terra em diversas alturas , nem sempre tem o mesmo pezo , ou força para vir para a Terra. Junto della , a força he maior ; mas lá em grande distancia esta força he menor ; e se quizerdes saber ao justo quanto he menor esta força lá em sima , reduzi essas distancias a número de braças , ou leguas , e fazei de cada huma o seu número quadrado ; e a differença dos dous números vos fará conhecer a differença da gravidade nessas distancias. Ponhamos hum exemplo : Hum globo de qualquer materia posto na vizinhança da Terra , dista do centro della hum semidiametro ; e largado livremente , correria em hum minuto segundo 15 pés e meio ; se o levantarmos ao alto , de sorte

que

que diste do centro da Terra dous semidiametros, já a sua gravidade diminue a quarta parte, e no mesmo tempo cahiria a quarta parte do espaço.

Eug. E porque?

Theod. Eu vos ajusto a conta: esse corpo posto na vizinhança da Terra dista do centro della hum semidiametro; e levantado á outra altura, dista dous semidiametros: ora façamos os quadrados desses dous números 1, e 2. O quadrado de 1 sempre he 1; porque 1 multiplicado por 1, nunca passa de 1; o quadrado de 2 he 4: logo as gravidades daquelle corpo nas diversas alturas são como 1 e 4, isto he, lá em sima he quatro vezes menor; e se distar do centro da Terra 3 semidiametros, a gravidade ahi ha de ser 9 vezes menor, porque o quadrado de 3 he 9.

Eug. Já entendo.

Theod. Supponhamos agora que se levantava o corpo tão alto como está a Lua, e que distava do centro da Terra 60 semidiametros, a gravidade então seria 3.600 vezes menor do que na vizinhança da Terra; porque o quadrado de 60 são 3.600: e por conseguinte o espaço, que correria cahindo n'um minuto, seria 3.600 vezes menor do que cá na vizinhança da Terra. V. g. cá na vizinhança da Terra hum corpo cahindo livremente (sem attender á resistencia do meio) n'um minuto inteiro, por causa da acceleração

cor-

(1) correria 54.000 pés (desprézo alguns quebrados para fazer a conta mais perceptivel). Ora este mesmo corpo levantado á altura de 60 semidiametros correria n'um minuto inteiro hum espaço 3.600 vezes menor, que vem a ser 15 pés: tão fraca he nessa altura a gravidade para a Terra. Percebeis isto?

Eug. Percebo; e já vejo como *a gravidade diminue á proporção que cresce o quadrado da distancia do corpo a respeito do centro daquelle, para quem inclina e peza.*

Theod. Entendida a lei, falta provar que na realidade he assim como eu tenho dito. Ella póde-se provar geometricamente (2); mas como vós não entendereis esta prova,

 será

(1) Supposta a lei constantemente observada e demonstrada, da acceleração dos Graves, quando cahem seguindo a razão dos numeros 1, 3, 5, &c. no fim de qualquer tempo, os espaços corridos pelos graves cahindo, são como os quadrados dos tempos: o quadrado de 60 segundos he 3.600; e multiplicado pelos 15 pés e $\frac{1}{2}$, que o corpo correo no primeiro segundo, são 55.800 pés. Mas para facilitar o calculo, despreza-se o meio pé, e fazendo só conta dos 15, que correo o grave no primeiro segundo, em todo o minuto correrá os 54.000 pés.

(2) Todo o corpo, que diffunde a sua acção ou virtude até alguma distancia, a diffunde em redondo: sendo o espaço que occupa esta virtude, huma como esfera, cujo cen-

ſerá a da experiencia. Já fica eſtabelecido, que toda a vez que hum corpo gira á roda do outro, tem alguma força que o puxa para elle; aliàs não iria ſempre torcendo o ſeu caminho, antes marcharia direito para diante: e como os Satelites de Jupiter girão á roda delle, não podeis negar, que pezão para elle. Mas nem todos pezão igualmente; porque nem todos tem a meſma diſtancia de Jupiter: examinando pois eſtas gra-

tro he o corpo: quando he maior a diſtancia, a que ſe eſtende a virtude (ou ſeja de cheiro, ou de calor, ou de attracção, ou qualquer outra) tambem eſta esfera da actividade he maior. Ora he certo, que quanto maior for o eſpaço, pelo qual ſe eſpalhão as particulas ou raios que obrão, menor ha de ſer a virtude deſſa acção: e como os raios ſe eſpalhão por toda a ſuperficie da esfera da actividade: quanto maior for eſta ſuperficie, mais diminuta ha de ſer a virtude deſta acção. Logo ſendo certo pela Geometria, que creſcem as ſuperficies das esferas na razão duplicada dos raios, ou diſtancias do centro, que he o meſmo que na razão dos quadrados deſta diſtancia; ſegue-ſe que neſſa meſma razão dos quadrados das diſtancias diminue a virtude do corpo, que eſtá obrando, ou a força da ſua acção: e aſſim tanto a luz, como o calor, como o cheiro, e tambem a attracção, tudo deve diminuir á proporção que creſcem os quadrados das diſtancias, que he o meſmo que diminuir na razão inverſa deſtes quadrados.

gravidades, e conferindo-as entre si, achamos que diminuem á proporção que crescem os quadrados das distancias. O mesmo se observa constantemente nos Satelites de Saturno. Ora conferindo tambem entre si as forças, com que cada hum dos Planetas peza para o Sol, achamos que tambem diminuem nesta proporção. Ultimamente comparamos o pezo da Lua para a Terra com o pezo dos corpos terrestres para a mesma Terra, e achamos que se observa a mesma lei. O caso, que ha pouco eu suppuz, de hum corpo que levantassemos até á altura da Lua, que havia de cahir n'um minuto inteiro só 15 pés para a Terra, não he caso fingido, he verdadeiro, porque tanto cahe a Lua para a Terra em cada minuto.

Silv. Como he isso! pois a Lua cahe para nós?

Theod. Não vos assusteis, que vos não ha de cahir sobre a cabeça. Vós já não podeis negar que a Lua peza para a Terra; porque se ella gira á roda da Terra, tem, conforme o concedido (Proposição primeira) huma força que a puxa para a Terra, e que faz que sempre vá torcendo o caminho inclinando para a parte da Terra, como o cavallo inclina para o Picador. Falta agora examinar quanto peza. Mas o modo com que se examina quanto hum corpo, quando se revolve em giro á roda do outro, cahe ou peza para elle em determi-

nado tempo, he este. Façamos hum desenho ligeiro (*Estamp.* 3. *fig.* 8.) para me entenderdes melhor. Aqui supponho a Terra em T, e a Lua em *o*. Se a Lua não tivesse em *o* outro impulso a que obedecer, senão o da sua projecção, ou da força do movimento concebido, iria pela linha *o n*, e fugiria da Terra; do mesmo modo, se posta em *o*, não tivesse outro impulso mais que o da gravidade para a Terra, cahiria direita para baixo pela linha *o m* T; mas como a hum tempo se acha com estas duas determinações de movimento, huma do impeto concebido, que a impelle pela linha *o n*, outra da gravidade, que a puxa pela linha *o m*, ha de obedecer a ambas as acções, e move-se pela diagonal *o a*.

Est. 3. fig. 8.

Eug. Tudo isso he conforme ao que algum dia me ensinastes sobre a composição do movimento.

Theod. Deste modo tenho eu a linha que descreve a Lua á roda da Terra; e sei a proporção que tem a força com que peza para a Terra, que corresponde á linha *o m*, a respeito da força da projecção, que corresponde á linha *o n*. Além disso sabendo eu qual he o arco, que faz a Lua no espaço de hum minuto, posso considerar esse arco como huma linha recta; no que não ha erro sensivel, sendo a porção mui pequena; e suppondo que he diagonal de hum parallelogramo recto, conheço quaes

são

são os lados. No lado, que coincide com a linha *o n r*, conheço quanto se moveo por força do impulso da projecção, durando esse minuto, e no lado que he perpendicular á Terra, conheço quanto se moveo por força da gravidade, e o espaço que nesse tempo cahio, ou inclinou a Lua para a Terra. Dividindo pois a orbita da Lua em dias, e horas, e minutos, acha-se que em cada minuto cahe a Lua para a Terra 15 pés e meio; que he o mesmo que cahiria hum corpo nas vizinhanças da Terra, só em hum minuto segundo: e deste modo vem a ser a gravidade da Lua nessa distancia 3.600 vezes menor do que a dos corpos que estão vizinhos á Terra; que he justamente a diminuição conforme cresce o quadrado da distancia da Lua, a respeito da dos corpos vizinhos á Terra. Que me dizeis a isto, Silvio?

Silv. De mathematicas não entendo nada; mas vós armais essas contas de modo, que me parece que tendes razão.

Theod. Estas contas quando apparecem tão justas, que o mesmo, que dava o calculo cá pela especulação, he justissimamente o que achamos na praxe do movimento da Lua, digo-vos na verdade que fazem ficar hum homem suspenso. Que dizeis, Eugenio?

Eug. Tudo tenho entendido; só não me accommodo muito com dizer que a Lua cahe para nós os 15 pés e meio, ficando ella tão longe como estava de antes.

Theod.

Theod. Não vos embaraceis no modo de fallar. Vós percebeis como n'um minuto corre a Lua a diagonal do parallelogramo, que vos mostrei; e não póde correr esta diagonal sem abaixar da linha *o n* para baixo tanto, quanto vale *o m*, ou *n a*; posto que a Lua não fique mais perto da Terra, porque a força centrifuga o não consente. Portanto a força da gravidade da Lua mede-se na linha *o m*; porque se não houvesse esta gravidade, a Lua iria direita por *o n*: logo a gravidade he quem a puxou para baixo, e fez encurvar; e como desviou a Lua do caminho, que ella queria seguir, tanto quanto vale o espaço de *o m*, ou *n a*, por isso ahi se mede a acção da gravidade. De sorte, que a gravidade sempre puxa a Lua para a Terra, e pertende fazella chegar mais para ella o valor da linha *o m*; porém isto conseguiria a gravidade, se se achasse só sem contrario; mas achou-se com força centrifuga igual; porque se a Lua por causa do movimento concebido fosse pela linha recta *o n*, no fim do minuto já distava mais da Terra do que distava antes, o valor da linha *a n*, igual a *o m*. Nestes termos contendem as duas forças iguaes entre si, e o mais, que póde fazer a gravidade, he que a Lua não se affaste mais da Terra do que estava; e a força centrifuga o que pode conseguir, foi que a Lua não se chegasse mais para a Terra do que estava; porém

na

na linha *o m* vemos quanto a Lua se queria chegar ; e na linha *n a* vemos quanto ella queria fugir. Eis-aqui o que succede na realidade : e bem vedes o que queremos dizer, quando dizemos que a Lua cahio nesse tempo pela linha *o m* , pois he o que abateo da linha *o n* para baixo.

Eug. Agora entendo bem.

Theod. Supposto isto, por este mesmo modo se conhece a força da gravidade de qualquer Planeta para o Sol , e de qualquer Satelite para o seu Planeta. Primeiro ; porque conhecida a linha circular , e o tempo em que a descrevem , logo se conhece a força que obriga a esses Planetas a deixar a linha recta , e voltar em giro ; e esta força he a da Gravidade.

Silv. Em todos elles he a mesma razão , que tendes dado para a Lua. Pergunto agora , se se observa nelles constantemente esta diminuição da Gravidade , á proporção que cresce a distancia ?

Theod. A' proporção que cresce a distancia, não ; mas á proporção que cresce o quadrado das distancias , isso sim. Ponhamos exemplo nos Satelites de Jupiter : tomão-se as distancias de todos quatro ; fazemos os numeros quadrados de cada distancia , e observa-se fielmente , que nessa proporção se diminue a gravidade , e o seu effeito , que por isso , quanto mais longe estão de Jupiter , mais de vagar andão ; porque em cada minuto cahem menos , ou torcem menos

nos o caminho inclinando para Jupiter ; e torcendo menos o caminho , he preciso mais tempo e espaço , para fecharem o circulo , e voltarem ao principio. O mesmo succede em Saturno , e o mesmo em todos os Planetas a respeito do Sol. Donde se tira huma prova convincente da regra que vos dei : que *nos Planetas a gravidade diminue na mesma proporção , em que cresce o quadrado das suas distancias*. Vamos agora explicar os effeitos desta Gravidade geral.

§. III.

Dos movimentos dos Astros em Elises.

Silv. VÓs estais examinando os movimentos dos Planetas , como poderieis n'uma máquina de bronze examinar os movimentos das rodas.

Theod. Vereis que náo dou hum unico passo , senáo encostado de huma parte nas leis de movimento , que a experiencia , e a razáo tem demonstrado ; e da outra nas observaçóes constantes dos Astros. Tenho supposto até aqui , que os Planetas se movem em circulos á roda do Sol , porque me foi assim preciso para a mais facil explicaçáo ; porém na realidade os Planetas náo se movem em circulos , mas em *elises* , que quasi parecem circulos. Como porém estas cousas se devem levar em todo o rigor ,

gor, e por outra parte os Cometas não estão isentos desta geral lei da Gravidade, e devemos tambem dar causa fysica do seu movimento em elises, convém applicar ás elises a doutrina dada para os circulos, e apontar as differenças. Já vos disse como se formava a elise, e que tinha dous fócos: o corpo attrahente, v. g. o Sol, sempre está n'um fóco dessas elises; de sorte, que tanto os Planetas, como ainda os Cometas se revolvem á roda do Sol; e de modo se hão de mover, que, acabada a orbita que descrevem, ha de ficar o Sol n'um fóco dessas elises: e de facto assim succede.

Eug. Nisso não tenho eu dúvida; mas está-me fazendo bulha na cabeça, como póde o Sol com a attracção, ora deixar que o Planeta se affaste mais, ora attrahillo para mais perto. No circulo percebo eu bem como a attracção prende, e subjuga o Planeta de sorte, que não o deixa fugir nem hum só passo.

Theod. Eu vos explico isso pelo modo que me parece mais facil. Mas primeiro havemos de suppor certas proposições, que se demonstrão na Mecanica ácerca dos corpos que se movem huns á roda de outros, as quaes são precisas para o caso presente. Já dissemos que todo o corpo, que gira á roda de outro, tem força centrifuga, isto he, que forceja a ir pela tangente, e fugir do centro (Proposição primeira).

Eug.

Eug. Que quer dizer *Tangente*?

Theod. He huma linha recta, que toca no circulo pela parte de fóra, fazendo com o raio angulo recto.

Eug. Já entendo.

Theod. Accrescento agora (Proposição setima) que *esta força centrifuga cresce, quando cresce a velocidade do corpo que se move.* De sorte, que indo pelo mesmo circulo, se o corpo vai de vagar, tem pequena força centrifuga; se vai depressa, tem muito maior força, e he preciso que a causa que o puxa para o centro, tenha maior força para o reter no circulo, aliàs lhe fugirá para fóra, affastando-se mais do centro do que estava.

Eug. Bem como quando o cavallo anda á guia, se vai de vagar, facilmente se sustenta a corda; mas se galopea, he necessario puxar com ambas as mãos para o fazer girar em circulo.

Theod. (Proposição oitava): *Este augmento de força centrifuga, supposta a mesma distancia, mede-se pelo quadrado da velocidade* (1); de sorte, que, se a velocidade he 3 vezes maior, a força centrifuga cresce nove ve-

(1) Esta regra costumão dalla por outros termos, dizendo que, posta a mesma distancia, cresce a força centrifuga na razão inversa dos quadrados dos tempos periodicos. Eu acho mais perceptivel dizer, que cresce como o quadrado da velocidade, a qual sempre anda na razão inversa do tempo periodico.

vezes. Tambem aqui ha outra regra, que (Proposição nona) *supposto determinada velocidade no corpo que se move, quanto mais pequeno he o circulo e distancia, maior he a força centrifuga* (1). A razão he; porque quanto mais pequeno he o circulo, mais he preciso quebrar, e entortar a linha de mo-

(1) Esta regra ainda que pareça contraria á commua, que diz que *as forças centrifugas crescem na razão da distancia*, na verdade o não he; porque quando se diz que a força centrifuga cresce na razão da distancia, suppõe-se o mesmo tempo periodico; mas na regra assima dada supponho não o mesmo tempo, mas a mesma velocidade; e posta determinada velocidade, quanto menor he o circulo, menor he o tempo periodico: e então he maior a força centrifuga. Digo pois que, *posta a mesma velocidade, cresce a força centrifuga na razão inversa dos diametros, ou distancias*: não só porque assim o mostra a experiencia constante nas máquinas das forças centraes, mas porque assim se demonstra (*Estamp.* 4. *fig.* 1.). Postos dous circulos com huma tangente commua R*i*, fazendo o corpo em R força para seguir a linha recta, maior força he precisa no centro *a*, para o fazer curvar de *i* até *m*, do que no corpo *o* para o fazer curvar de *i* até *n*; e quanto menor for o circulo, maior he a separação da tangente, e maior deve ser a força da attracção, para obrigar o movel a andar nesse circulo: logo maior he tambem então a força centrifuga: porque, movendo-se o corpo em circulo, sempre são iguaes estas duas forças.

Est. 4. fig. 1.

movimento, em ordem a accommodalla a elle; e por conseguinte maior he a força centrifuga, sempre igual á força attrahente, que obriga o corpo a mover-se em circulo; pois como já vos disse (Proposição segunda) sempre estas duas forças se equilibrão quando hum corpo se move em circulo. Suppostas estas leis, vamos a ver como hum Planeta ou Cometa se póde mover em elise, por causa desta gravidade geral para o Sol. Nós não podemos isentar desta universal lei da gravidade os Cometas, vendo-os todos dobrar, e encurvar as suas linhas de movimentos á roda do Sol; pois se movendo-se rapidamente, sempre vão entortando a linha de movimento para a parte do Sol, he certo que alguma força ha que os puxa para essa parte; e a esta força, seja qual for, chamamos gravidade do Cometa, ou attracção do Sol, que tudo he o mesmo: usai das palavras que quizerdes.

Eug. Não tenho dúvida: se elles entortão o caminho, signal he que tem causa que os puxa e faz entortar.

Theod. Descrevamos com a pena a elise de hum Cometa; e o que dissermos della, diremos de todas as elises dos Cometas e Planetas (*Estamp.* 4. *fig.* 2.). Supponhamos o Sol S no fóco interior da elise; e o Cometa R no ponto mais alto della. Se quando Deos impellio este Cometa pela tangen-

Est. 4. fig. 2.

gente R *a*, levasse força centrifuga igual á força da gravidade para o Sol, havia de descrever huma linha circular, cujo centro fosse o Sol; porém se esta força centrifuga fosse menor, havia de descrever huma curva; mas dentro da circular; e havia de obedecer mais á attracção ou Gravidade. Ora supponhamos que assim foi, veio por tanto o Cometa pela curva R *m*: e se ahi não houvesse attracção do Sol, sempre escaparia pela tangente *m n*; mas como o Sol nesse lugar *m* o puxa para si, ha de obedecer de algum modo a essa attracção, e desviar-se dessa tangente, entortando a linha para o Sol. Advirto de caminho, que aqui a attracção do Sol faz dous effeitos; hum he encurvar a linha do movimento, e prohibir que o Cometa siga a tangente *m n*; outro he augmentar a velocidade do Cometa (1); porque elle quer vir pela linha *m n*, que desce para baixo; e a attracção tambem o puxa para baixo; e deste modo o Cometa se vem accelerando, por modo semelhante a hum sino ou pendulo que vem cahindo. Advirto mais, que desde R até *e* tudo concorre para que o Cometa se avizinhe ao Sol; porque ainda que o deixassem, e elle se movesse pelas tangentes, como o Sol

(1) Porque a linha S *m*, que he a direcção, em *m* fórma hum angulo agudo com a linha do impeto concebido *m n*: e augmenta necessariamente a sua velocidade, segundo as leis da composição do movimento.

Sol não fica perpendicular ás Tangentes (que isto só acontece nos circulos) sempre o Cometa se aproximaria ao Sol, como se conhece na mesma figura. Pelo que, nesta descida do Cometa, a attracção não he contraria á linha do impeto, mas antes concorda em parte com ella; e assim accelera o movimento, e encurva a linha: e pondo o Cometa cada vez em menor distancia, he causa de ser cada vez muito maior a attracção (Proposição sexta). Assim vai sempre triunfando a força da attracção até chegar o Cometa ao ponto *e*, que he o *perihelio*, ou a maior proximidade. Agora muitos não percebem como o Cometa d'aqui por diante se póde ir affastando, sendo a força da attracção aqui maior, que em toda a outra parte; porém não advertem que neste ponto já a linha S *e* da attracção não concorda com a linha do impeto, com que o Cometa quer ir pela tangente *e i* (1), antes deste ponto por diante começa a linha do impeto, que he a tangente, a ser contraria á linha da attracção, e a obrar contra ella (2) e por conseguinte a diminuilla. Tambem não adver-

(1) Neste lugar a linha da attracção faz angulo recto com a tangente *e i*: e assim nem ajuda, nem retarda o movimento, conforme as leis da composição do movimento.

(2) Movendo-se o Cometa de *e* para *u*, já a linha da attracção *s u* faz hum angulo obtuso com a linha do impeto ou tangente *u e*,

vertem, que aqui a força centrifuga he maior que em toda a outra parte: primeiramente por ser summa a velocidade, e ella crescer conforme o quadrado da velocidade (Proposição oitava); e em segundo lugar, porque aqui a volta da linha he muito apertada, e a linha he summamente curva; o que, conforme está provado (Proposição nona) augmenta a força centrifugá. Sendo logo aqui por dous principios muito grande a força centrifuga, e começando a obrar contra a força da attracção, vai esta ficando vencida, e o Cometa vai-se affastando do Sol daqui por diante. Ora obrando sempre a attracção contra as linhas do impeto ou tangentes, he certo que o Cometa se ha de ir retardando na carreira; mas sempre, posto que de vagar, vai fugindo, e augmentando-se a distancia do Cometa, e diminuindo a força da attracção; e por isso sempre a força centrifuga vai vencendo, e o Cometa affastando-se do Sol; até que chegando a *t*, indo já o Cometa mui fraco, e tendo a linha da attracção maior inclinação sobre a tangente *t g*, começa a entortalla mais, e tanto a entorta até que o Cometa vem dar a R, onde acaba a orbita; e fica outra vez a linha da attracção em angulo recto com a tangente *o a*, que he a postura mais propria

e a retarda e embaraça tanto, quanto o angulo obtuso excede o recto, conforme o que se demonstra nas leis da composição do movimento.

pria para que a acção da gravidade toda se empregue em curvar a linha, sem ajudar o movimento, nem retardallo. Dizei-me, percebestes isto bem?

Eug. Creio que sim: a comparação do sino ou do pendulo, que tocastes, deo-me bastante luz; porque assim como o pendulo cahindo, sempre se accelera, e subindo sempre se retarda; e quando chega a passar por baixo então he que leva a maior força; assim creio que succede ao Cometa: cahindo para o Sol, accelera-se; passando por baixo, vai velocissimo; e voltando outra vez para sima, vai-se retardando.

Theod. Se reflectirdes bem, haveis de achar huma mui grande semelhança no pendulo cahindo. A attracção da Terra, ou gravidade, obra por linhas que concordão em parte com a do impeto do pendulo cahindo; porque ainda que elle não se movesse circularmente, mas pelas tangentes, sempre se chegava para a Terra; e isto he o que pertende a attracção: o mesmo succede ao Cometa cahindo para o Sol pela maior elise. Pelo contrario ao voltar para sima as linhas do impeto no pendulo todas são contrarias á acção da Gravidade; e assim vencem a gravidade, fazendo que o pendulo suba; mas a gravidade se vinga disso, debilitando-lhe pouco a pouco as forças do impeto até as extinguir de todo: e o mesmo acontece ao Cometa subindo; porque as linhas do movimento todas são

con-

contrarias á attracção do Sol, e vão zombando della, fazendo que cada vez mais se affaste o Cometa do Sol; mas cara lhe custa essa vitoria que alcanção da attracção do Sol; porque esta attracção sempre vai retardando o impeto do Cometa, até o extinguir, e não deixar subir mais, e então começa a obrigallo a dar volta, e descer outra vez para o Sol.

Eug. Tenho entendido perfeitamente; não vos canseis mais: e supposto o que está dito dos Cometas, já sei o que se deve dizer dos Planetas, á proporção; porque tudo são elises, ou mais circulares, ou mais compridas.

§. IV.

Das Leis, que inviolavelmente observão todos os Astros nos seus movimentos.

Theod. AGora já podeis perceber as Leis, que inviolavelmente todos os Astros observão. São duas que descubrio o insigne Keplero, posto que não atinasse com a sua razão. Perdoai, Silvio, que estas materias são hum pouco mais especulativas; mas como Eugenio já está capaz de as perceber, não posso conter me, nem quero privallo do gosto, que sente a alma, vendo a admiravel belleza deste Mecanismo celeste.

Silv. Não vos reprimais por meu respeito; porque tambem eu gósto de saber o que não sabia. Que Leis são essas de Keplero?

Theod. A primeira he, que *Todos os Astros em tempos iguaes andão areas iguaes.* A mesma figura, que nos servio para o movimento do Cometa, nos póde servir agora (*Estamp.* 4. *fig.* 2.). *Area* chamamos nós ao espaço ou campo, que se comprehende, e fecha entre varias linhas. V. g. o que se comprehende entre a linha S R, *S m*, e a curva *R m*.

Est. 4. fig. 2.

Eug. Percebo que cousa he *area*: que dizeis agora dos Planetas?

Theod. Todos os Astros andão de maneira, que em tempos iguaes fazem areas iguaes; isto he: supponhamos que n'um mez andou o Cometa de R até *m*; no segundo mez andou de *m* até *r*, tirem-se linhas de todos esses tres pontos R *m* *r* até o Sol. Digo agora que a area do primeiro mez, R S *m*, será igual á area do segundo mez *m* S *r*. Isto mesmo se conhece pela observação, que constantemente se acha nos movimentos de todos os Astros, ou as elises sejão mais compridas, ou mais circulares. Mas esta lei, que primeiro descubrio Keplero, depois veio a conhecer Newton, que era huma consequencia necessaria da lei da Gravidade geral, que faz volver os Planetas á roda do Sol (1). Ora desta lei se tirão va-

(1) Todo o corpo, que gira á roda de outro, porque he attrahido, ou peza para elle,

varias conſequencias: huma he que: *Todos os Aſtros deſcrevem areas proporcionadas aos tempos*: iſto he, que em dous dias deſcrevem huma area dupla, ou dobrada da que

neceſſariamente ha de deſcrever areas iguaes em tempos iguaes. Demonſtra-ſe (*Eſtamp.* 4 *fig.* 3.) Seja C o corpo attrahente, poſto no centro do circulo, ou no fóco da eliſe: o corpo A, que n'um determinado tempo correo A B, no ſegundo tempo correria por força do impeto concebido outra linha igual B L; mas neſſe ſegundo tempo tambem obra a acção da gravidade. Supponhamos que todos os impulſos continuados pelo diſcurſo do ſegundo tempo obrão logo no principio delle: e que valem a linha B *i*, ou a ſua parallela e igual I. D. Neſte caſo o Planeta achando-ſe em B com huma determinação para B L, por cauſa do impeto concebido, outra para *i*, por cauſa da gravidade, ſeguiria a diagonal B D. Do meſmo modo em D conſervaria o impeto para outra linha igual D *e*; mas pela nova e maior acção da gravidade que obrava de mais perto, e o puxava para *r*, ſeguiria outra diagonal D *o*; e no quarto tempo, conſervando o impeto para outra igual *o m*, e achando-ſe attrahido para *s*, iria pela diagonal *o n*. Digo agora, que todas eſtas areas ſão iguaes: o que aſſim ſe demonſtra. O triangulo A B C he igual a B L C, tendo ambos elles as baſes A B, B L iguaes, e o vertice commum. Tambem he certo que o triangulo B L C he igual a B D C, porque a baſe B C he commua, os vertices L, e D eſtão na meſma linha parallela

Eſt. 4. fig. 3.

descrevêrão n'um dia; e em sete dias huma area sete vezes maior, do que em hum só dia.

Eug. Se elles em tempos iguaes fazem areas iguaes, em tempos desiguaes claro fica que serão as areas desiguaes.

Silv. E de que serve saber isso?

Theod. De muito: serve para saber a razão, porque *Todos os Astros, quanto mais se avizinhão ao Sol, mais depressa andão*, como mostrão visivelmente os Cometas; e *quando se affastão delle, quanto mais longe estão, mais vagarosos vão.* Isto se deduz da regra dada; porque como a area, que hoje descreve o Cometa, deve ser igual á de hontem, se hoje for mais curta, forçosamente ha de ser mais larga, para compensar na largura o que lhe falta no comprimento: ora estando hoje o Cometa mais perto do Sol do que estava hontem, fica a area mais curta; porque, como vedes na figura, o comprimento das areas triangulares R S *m*, *m s r* he a distancia do Cometa até o Sol S.

Eug.

á base: logo são iguaes; e por conseguinte tambem ficão iguaes os triangulos ou areas A B C, e B D C. Do mesmo modo se prova que este triangulo B D C deve ser igual a D *e* C, e depois a D *o* C; e finalmente que este ultimo he igual a *o m* C; e depois se vê igual a *o n* C: e assim todos os triangulos e areas descritas em tempos iguaes, serão tambem entre si iguaes, que he o que se pertendia demonstrar.

Eug. D'ahi infiro eu, que, andando o Cometa ou Planeta ca perto do Sol na parte inferior da elise, levará huma velocidade incrivel; porque como ahi a distancia do Sol he mui pequena, a area fica mui curta: he preciso logo, para ser igual ás outras que elle descreveo em tempos iguaes, que corra huma linha muito grande, para que se compense na dilatação do campo por essa parte o que lhe falta pela pouca altura desse triangulo.

Silv. Ainda torno a perguntar: E para que serve saber isso?

Theod. Serve para poder dar a razão de nós termos do Equinoccio de Setembro ao de Março menos 9 dias, do que contamos desde o Equinoccio de Março até o de Setembro.

Silv. Como são essas contas?

Theod. Eu as ajusto. A Primavera, ou Equinoccio no anno de 61 foi a 20 de Março ás 8 horas da manhã; o Equinoccio de Setembro, ou principio do Outono, foi aos 22 de Setembro ás 8 da noite: contai os dias, e achareis que gasta o Sol em correr os seis Signos de Inverno 9 dias menos, do que nos seis Signos de Verão; e a razão he, porque de Inverno está mais perto da Terra: e assim, no systema Copernicano deve a Terra andar mais ligeira, para fazer areas iguaes em tempos iguaes. D'aqui nasce que os relogios, por melhores que sejão, não podem andar justos com o Sol

em

em todo o anno, sem lhes bulirmos na pendula; porque como o movimento apparente do Sol he irregular, não póde ajustar-se com huma máquina sempre constante. E se com tudo isto achais, Silvio, que não ha utilidade em saber estas regras, Eugenio lha acha grande; e vou a explicar-lhe a segunda lei.

Silv Eu não as considero inuteis; só digo que não me estaria matando para as suas averiguações.

Theod. A segunda Lei de Keplero he esta: *Os quadrados dos tempos periodicos são entre si como os cubos das distancias* (1). Po-

(1) Esta Lei, supposta a diminuição da gravidade na razão inversa dos quadrados das distancias, póde demonstrar-se assim, para os que sabem os termos. Suppomos em primeiro lugar que (conforme o demonstrado na Mecanica) as forças centrifugas crescem na razão da distancia (supposto o mesmo tempo periodico): tambem crescem na razão inversa do quadrado dos tempos (supposta a mesma distancia). Logo absolutamente para se conhecer todo o valor da força centrifuga, deve compor-se a razão directa da distancia com a inversa dos tempos periodicos, que he o mesmo que repartir as distancias pelos quadrados dos tempos; e o quociente, que sahe na divisão, dará o valor da força centrifuga: e como quando o corpo se move em circulo, sempre ha de ser igual a força *centripeta*, segue-se que a medida das forças centraes he a distancia repartida pelo quadrado do tempo: o que

Ponhamos exemplo para me entenderdes. A diſtancia de Venus a reſpeito do Sol he

qua-

ſe exprime deſte modo. $\frac{D}{T^2}$ Suppomos em ſegundo lugar, que o meſmo he repartir toda a raiz pelo cubo, que repartir a unidade pelo quadrado. V. g. $\frac{3}{27}$ he o meſmo que $\frac{1}{9}$; como tambem $\frac{2}{8}$ he o meſmo que $\frac{1}{4}$. Suppomos em terceiro lugar, que quando huma força creſce n'alguma razão inverſa, para ſe conhecer o ſeu valor deve repartir-ſe por ella; aſſim como quando creſce n'alguma razão directa, ſe deve multiplicar por ella. Suppoſtas eſtas couſas, combinemos Jupiter com Mercurio a reſpeito do Sol; e como as ſuas eliſes são quaſi circulos, podemos reputallas por circulos para a demonſtração; a qual, para ſe fazer ao meſmo tempo perceptivel e breve, ſe põe nos termos de Algebra: chamemos á força central de Venus F, a de Mercurio f: o tempo periodico de Venus T, o de Mercurio t: a diſtancia de Venus D, a de Mercurio d. Iſto poſto (Suppoſição terceira) pela lei da diminuição da gravidade $F : f :: \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2}$; ou (Suppoſição ſegunda) tambem como $\frac{D}{D^3} : \frac{d}{d^3}$; porém conforme o que diſſemos (Suppoſição primeira) $F : f :: \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$; logo temos que $F : f :: \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$; e como $\frac{D}{D^3} : \frac{d}{d^3}$, por conſeguinte $T^2 : t^2 :: D^3 : d^3$, que he o que ſe queria demonſtrar:

quasi dobrada da distancia , que delle tem Mercurio: se fosse perfeitamente dupla, fazendo os cubos das distancias como vos ensinei , seria o de Venus 8 vezes maior, que o de Mercurio ; e tambem medindo os tempos , em que girão , sahiria o quadrado do tempo de Venus 8 vezes maior, que o quadrado do tempo de Mercurio (1). Como vós , Eugenio , não tendes outros comprincipios além dos que eu vos tenho dado , não podeis perceber isto cabalmente.

convem a saber , que os quadrados dos tempos entre si erão como os cubos das distancias.

(1) A distancia de Mercurio considerada em partes millesimas da distancia do Sol á Terra vale 387 : o cubo desta distancia he 57:960. 603 : o seu tempo periodico são 2.111 horas: o quadrado deste tempo he 4:456. 321. Em Venus a distancia do Sol vale 723, o cubo 377: 933.067 ; o seu tempo periodico são 5 390 horas ; o quadrado são 29 : 052. 100. Se compararmos os dous quadrados dos tempos entre si, acharemos que o de Venus he maior quasi 6 vezes e meia ; e comparando entre si os dous cubos das distancias , o de Venus tambem he maior quasi 6 vezes e meia , que a de Mercurio. Adverte-se que nas distancias qualquer quebrado , que se despreze , quando se fórma o cubo, faz huma consideravel differença ; ao que se deve attribuir toda a pequena desigualdade , que se achar nos calculos : por isso quem quizer fazer o calculo exacto , deve reduzir os números inteiros a quebrados , tanto nas distancias , como nos tempos.

te. Mas sempre admirareis ver os Astros do Ceo sujeitos ás leis do movimento dos corpos terrenos. He cousa pasmosa ver que Jupiter, Saturno e os Satelites de cada hum, lá nessa immensa liberdade das regiões etereas, nem se apressão hum passo, nem demorão o seu movimento; mas que exactamente correspondem ao calculo, que o Filosofo fechado no seu Gabinete com a penna na mão está determinando para hum e outro Astro. Dadas as distancias dos Planetas ao Sol, e dos diversos Satelites a cada hum dos seus Planetas, entra o Filosofo a calcular, e diz: Venus se moverá em tantos mezes, Jupiter em tantos annos e tantos dias, o seu primeiro Satelite gastará tantas horas, o ultimo tantas; e pontualmente não discrepão hum dia, nem huma hora no seu movimento. Verdadeiramente grande he Deos na producção desta pasmosa fabrica; mas brilha muito mais a sua infinita Sabedoria em fazer que toda esta prodigiosa Máquina dos Ceos, e todos seus Astros, tendo movimentos tão diversos entre si, se governem por humas leis tão simplices, como as que temos ponderado.

Eug. Eis-ahi onde reluz a sabedoria de hum Relojoeiro ou Maquinista; fazer debaixo de poucas rodas movimentos pasmosos, encontrados, e admiraveis.

Silv. Na verdade que em qualquer Máquina tanto admiramos a multiplicidade dos mo-

movimentos, como a ſimplicidade da ſua fabrica. Fazer muitos movimentos com muitas rodas, não admira tanto; mas fazer muitos e encontrados movimentos com poucas, iſſo cauſa mais juſta admiração.

Theod. Por iſſo eu dizia que, admittindo eſte ſyſtema da cauſa do movimento dos corpos Celeſtes, apparecia muito mais admiravel a Omnipotencia, e Sabedoria de Deos. Mas he tempo de cumprir huma palavra, que vos dei os dias paſſados.

§. V.

Do Methodo para conhecer o Pezo dos Planetas.

Eug. NÃo me lembro.

Theod. Era dizer-vos o modo, com que ſe pezavão os Planetas: aqui tem o ſeu lugar. Já ſabeis que eſta gravidade geral, e mutua entre os Planetas, he propriedade que pertence á materia: por conſeguinte da força, com que hum Planeta puxa pelos outros, e os faz girar á roda de ſi, colligimos a quantidade de materia que elle tem; pois he couſa bem clara que aquelle, que tiver mais materia *attrahente* (disfarçai-me eſta palavra) com mais força ha de puxar pelos outros, e fazellos dobrar os ſeus caminhos. Combinando pois a força, com que Jupiter puxa pelos ſeus Satelites, com

a

a força do Sol puxando por Venus v. g.; e atendendo ás diſtancias e revoluções dos Satelites, e á de Venus, conhecemos a quantidade de materia attrahente que ha no Sol, e a quantidade de materia que ha em Jupiter. Por iſſo nós nem de todos os Planetas podemos ſaber as quantidades de materia que tem. Conhecemos a do Sol, a de Saturno, a de Jupiter, e a da Terra; porque todos eſtes fazem girar algum, ou alguns corpos á roda de ſi. O Sol faz girar os Planetas, Saturno e Jupiter os ſeus Satelites, e a Terra faz girar a Lua; e aſſim, havendo em todos eſtes corpos effeito ſenſivel da ſua attracção, pela diverſidade das attracções medimos a diverſidade da materia que nelles ha; pois ſendo geral a toda a materia eſta propriedade de attrahir, á proporção da força attrahente que houver n'um Planeta, ſe conhece a quantidade de materia que tem (1).

Silv.

(1) O modo prático de calcular eſtes pezos, he eſte. Pelo que a experiencia moſtra, na Máquina das forças centraes, e ſe demonſtra na Mecanica, *movendo-ſe dous corpos em giro á roda de outro, na meſma diſtancia, mas em diverſos tempos periodicos, ſabemos que as forças centrifugas são como os quadrados das velocidades, ou* inverſe *como os quadrados dos tempos periodicos*; (que tudo he o meſmo); e como nenhum corpo ſe move em circulo, ſem que a força centripeta attractiva ſeja perfeitamente igual á centrifuga, ſegue-ſe que, *movendo-ſe dous cor-*

Silv. Porém vós tambem fallastes no pezo da Lua ; e não sabemos que este Planeta faça girar algum Satelite á roda de si.

Theod.

pos , na mesma distancia , mas em diversos tempos á roda de outro , a força attrahente deste he a respeito de cada hum inverse , *como os quadrados dos seus tempos.* E como , estando duas quantidades n'uma determinada razão , se dividimos por ellas huma terceira quantidade , os quocientes ficão nessa mesma razão ; segue-se que, se dividirmos por estes dous quadrados dos tempos periodicos o cubo da distancia do corpo central , ficaráõ os quocientes das divisões entre si como erão os dous quadrados dos tempos ; e por conseguinte , *ficaráõ os quocientes da divisão do cubo da distancia pelos quadrados dos tempos , sendo a medida da força attractiva do corpo central a respeito de cada corpo que gira.* Logo nos Planetas , que girão á roda do Sol , conhecemos a força attractiva que os segura nas orbitas , repartindo o cubo da distancia de cada hum pelo quadrado do seu tempo periodico ; e como esta força attractiva he proporcional á massa do Sol , temos que o quociente desta divisão he a medida da massa do Sol. Advirto que , se dividindo o cubo da distancia de Venus pelo quadrado do seu tempo , sahe v. g. 10.000 , este mesmo será o quociente feita a operação em Marte , ou Jupiter , &c. A razão he ; porque , como fica provado , quando crescem os cubos das distancias , nessa mesma razão crescem os quadrados dos tempos periodicos : ora quando augmentamos o *dividendo* , e tambem o *divisor* n'uma

Theod. Argumentais bem ; mas ſabei que a Lua , não obſtante iſſo que dizeis , nos dá hum ſignal bem ſenſivel da ſua attracção ſobre a Terra. Nos principios de Newton toda a materia attrahe , e toda he attrahida ;

e

meſma razão , ſempre fica o meſmo quociente. V. g. ſe dividirmos 12 por 3 , dá 4 no quociente : ora treſdobremos o dividendo 12 , e o diviſor 3 ; repartamos 36 por 9 , veremos que ſempre ſahe o meſmo quociente 4 : por conſeguinte ſe dividirmos o cubo da diſtancia de qualquer Planeta pelo quadrado do ſeu tempo periodico , ſempre ſahirá hum meſmo quociente , para ſignificar a virtude attractiva do Sol , ou a quantidade de materia attrahente que nelle ha. Pela meſma razão feito o calculo nos Satelites de Jupiter a reſpeito deſte Planeta , e nos de Saturno a reſpeito delle , e na Lua a reſpeito da Terra , dividindo os cubos da diſtancia de qualquer Satelite pelo quadrado do ſeu tempo ; o número , que ſahir no quociente , dará a maſſa de Jupiter , ou Saturno , ou da Terra. Advirto que , ainda que a diſtancia media da Lua á Terra são $60\frac{1}{2}$ ſemidiametros : como a Lua não gira á roda do centro da Terra , mas á roda do centro commum , o qual fica hum pouco diſtante do centro da Terra ; deve tomar-ſe o cubo da diſtancia ſó de 60 ſemidiametros. Iſto ſupposto. A diſtancia de Venus ao Sol são 723 partes milleſimas da diſtancia do Sol a nós ; o ſeu tempo periodico são 19 : 414. 160 ſegundos. O quarto Satelite de Jupiter diſta 12 , 4775.

e assim Terra e Lua mutuamente se attrahem, como já vos disse. O effeito da attracção da Terra conhece-se no giro da Lua á roda della; e o effeito da attracção da Lua se conhece no giro da Terra á roda da Lua.

Silv. Isso he equivocação.

Theod. Não he: eu me explico. (fallo no systema Newtoniano) Supponde vós que nas duas extremidades de huma regua L T (*Estamp.* 4. *fig.* 4.) temos dous globos, hum grande, que representa a Terra, outro pequeno, que representa a Lua L: supponde mais que, suspendendo esta regua horizon-

Est. 4. fig. 4.

tal-

das ditas partes millesimas da distancia entre nós e o Sol; o seu tempo periodico são 1:441.929 segundos. O quarto Satelite de Saturno dista 8, 5107 das ditas partes millesimas, e o seu tempo periodico são 1:377.674 segundos. Finalmente a distancia da Lua á Terra são 3, 054 das partes millesimas já ditas; e o seu tempo periodico são 2:360.580 (fallo do Tempo medio). Dividindo agora os cubos destas distancias pelos quadrados dos seus tempos, sahe nos quocientes para significar a massa dos Planetas os números que ficão na mesma razão que estes: Sol 10:000. Saturno 3, 250. Jupiter 9, 305: Terra O, 0512: Lua O, 0013. Mas adverte Gravezande (num. 4162) que como o Sol diminue a gravidade da Lua para a Terra o que vale $\frac{1}{180,66}$, deve augmentar-se isso na massa da Terra: ao que se attende, quando se lhe dá o pezo referido.

talmente sobre hum páo perpendicular C, formando ahi hum eixo, fazemos girar á roda delle a regua com os dous globos fixos. Neste caso, tanto a Lua, como a Terra andão em giro; huma á roda da outra, e ambas á roda do centro commum C. Se o tal centro ou eixo estiver igualmente distante das duas bolas, os dous circulos serão iguaes; porém se estiver mais chegado á bola grande, esta fará o seu circulo muito mais pequeno que a outra. Supponde agora ultimamente que hum homem tendo na mão esta regua assim montada, lhe dava huma pancada de sorte, que fosse girando sobre o eixo; e ao mesmo tempo com ella na mão hia dando hum passeio em circulo á roda de huma fogueira: sendo isto assim, terieis huma imagem dos movimentos da Terra e Lua á roda do Sol, neste systema, representando na fogueira o Sol, e nas duas bolas os dous Planetas Terra e Lua; porque com effeito, assim como os Satelites, fazendo circulos á roda de Jupiter, tambem rodeião o Sol, a Lua, fazendo circulos á roda da Terra como seu Satelite, vai rodeando o Sol; assim a Terra fazendo seus circulos pequeninos á roda do centro commum, em opposição á Lua, rodea o Sol. De sorte que (façamos outra figura *Estamp.* 4. *fig.* 5.) esta bola pequena L não tem por centro dos seus giros a bola grande T, mas o ponto C, que tambem serve de centro ao giro da bo-

Est. 4. fig. 5.

bola grande ; e do mesmo modo succede no Ceo : a Lua náo tem por centro dos seus circulos a Terra , mas hum ponto que fica abaixo da superficie da Terra , o qual tambem serve de centro aos giros pequenos da Terra ; e por isso se chama este ponto centro commum (1). Supponho que me tendes entendido.

Eug. Com facilidade.

Theod. Accrescento agora que , se na Lua houvesse tanta materia como na Terra , este centro commum havia de distar igualmente de ambas ; e se a Terra tiver porçáo de materia 70 vezes maior que a Lua , este centro commum C deve estar 70 vezes mais perto da Terra , do que da Lua.

Eug. Supponho que he do mesmo modo, que me dissestes , quando fallastes da Balança , em que se punháo pezos desiguaes ; na qual para haver equilibrio , deve o pezo maior estar tanto mais perto do eixo , quanto vence o outro na quantidade de materia.

Theod. Assim he neste caso : deve o centro commum destes movimentos estar tanto mais perto da Terra , quanto o pezo della , ou a quantidade de materia que tem , excede o da Lua : e por isso , assim como medindo na Balança as distancias que tem os dous corpos do eixo commum , se conhece a proporçáo dos pezos , que elles em si tem na

(1) Gravezand. Phys. Elem. Mat. n. 4210.

na realidade, ainda que nós antecedentemente não soubessemos o que cada hum pezava; assim tambem medindo as distancias que tem a Lua e Terra do centro commum C, se conhece a proporção que ha entre o pezo da Terra, e o da Lua.

Silv. E como podemos nós saber quanto dista da Terra esse centro commum dos movimentos?

Theod. Medindo primeiramente toda a distancia da Terra á Lua; e observando depois o movimento da Lua, se conhece que ella não tem nos seus giros, como raio dos circulos, toda esta distancia; isto he, que o centro dos giros da Lua, em rigor não he a Terra, mas hum ponto fóra da Terra; e não he mui difficultoso que, observando muitos giros da Lua, conheçamos qual he o seu verdadeiro centro.

Silv. Já entendo: continuai.

Theod. Eis-aqui o modo com que se póde pezar a Lua, ou saber a quantidade de materia que ella tem: isto he quanto aos pezos dos Planetas. No que toca á sua densidade he facil discorrer, supposto conhecermos o pezo, e o volume. Porque repartindo o *pezo* de qualquer corpo pelo seu *volume*, o que sahe na conta he a sua *Densidade*; pois mui bem sabem todos, que se hum corpo tem grande pezo, e pequeno volume, he mui denso; e que se tem menos pezo, ou maior volume, he

mais raro. Por este modo conhecemos a densidade do Sol, de Saturno, Jupiter, Terra, e Lua. Dos mais Planetas já vos disse que não se sabia a densidade, nem o pezo, por faltarem para isso comprincipios bastantes. Mas Newton a conjectura pelo calor, que elles soffrem proporcionado á vizinhança do Sol, julgando que são mais densos os que soffrem maior calor: e assim Marte he menos denso que a Terra, Venus mais, e muito mais Mercurio; porém isto he pura conjectura. Agora resta fallar da Terra com mais especialidade, porque nos restão muitas cousas que saber ácerca della; porém reservemos isto para á manhã. Aqui tendes este papel, que he como hum Mappa geral, em que com huma vista de olhos achareis tudo o que vos tenho dito dos Astros; e podereis facilmente combinar os seus diametros, ou volumes, ou pezos; como tambem as suas distancias, movimentos, &c. Não vos admireis, se virdes que não concordão estas taboas com algumas, que achareis impressas em bons livros. Eu não condemno as outras; mas de varias opiniões, particularmente sobre as distancias, no que ha bastante dúvida, escolho a que me parece melhor, que he a proporção que acho em Mr. de la Lande, o mais famoso, e mais estimado Author que temos hoje em materias de Astronomia, e as reduzi a leguas Portuguezas, para vos dar mais gosto; ainda que louvo a pruden-

cia

cia de Gravesande, que se abstem de dar as distancias dos Astros em medidas certas, e conhecidas, como são semidiametros da Terra, ou leguas; mas (1) para comparar entre si as diversas distancias dos Planetas ao Sol, divide a distancia da Terra ao Sol em mil partes iguaes, e destas partes millesimas he que usa como medida commua, para determinar as diversas distancias dos Planetas primarios ao Sol. Esta proporção concorda admiravelmente não só com as observações mais exactas, mas (o que he mais) com a Theorica dos movimentos: e o calculo fundado sobre a Theorica dos movimentos não está sujeito a muitos erros; porque sendo huma vez certo o Principio, pelo calculo se tirão consequencias innegaveis; e podemos descer a muito maior miudeza, do que sómente com as observações dos Telescopios. Além de que, admittindo hoje os Astronomos, e Fysicos a regra de Keplero, e confessando que os quadrados dos tempos são entre si como os cubos das distancias, sendo admittido por todos o mesmo quadrado dos tempos periodicos, devem tambem concordar na proporção dos cubos das distancias.

(1) Num. 3724.

TABOA

Da Grandeza.

Nom.	*Diametro*	*Superficie*
Sol.	Tem quasi 113 diametros da Terra, que valem 232.670 leguas Portuguezas.	He pouco mais de 12.733 vezes maior que a superficie da Terra, e vale 170:189:272.160 leguas quadradas.
Merc.	Tem menos da terça parte do diametro da Terra, e vale 848 leguas Portuguezas.	Quasi 6 vezes menor que a superficie da Terra, e val 2:259.920 leguas quadradas.
Ven.	Tem pouco menos do diametro da Terra, e vale 1.997 leguas Portuguezas.	Pouco menor que a superficie da Terra, e tem 12:533.117 leguas quadradas.
Ter.	Tem de diametro 2.062 leguas Portuguezas: o circulo maximo tem 6.480 leguas.	A superficie tem 13:361.760 leguas quadradas.
Lua.	Tem pouco mais da quarta parte do diametro da Terra, e vale 563 leguas Portuguezas.	Pouco mais de 13 vezes menor que a superficie da Terra, e tem 995.947 leguas quadradas.
Mart.	Tem mais da ametade do diametro da Terra, e vale 1.383 leguas Portuguezas.	Pouco menos que ametade da superficie da Terra, e vale 6:01[illegible].518 leguas quadradas.
Jupit.	Tem pouco mais de 11 diametros da Terra, e vale 23.503 leguas Portuguezas.	Quasi 130 vezes maior que a superficie da Terra, e vale 1:736.072 leguas quadradas.
Sat.	Tem pouco mais de 1[illegible] diametros da Terra, e vale 20.833 leguas Portuguezas.	Quasi 102 vezes maior que a superficie da Terra, e vale 1:364:[illegible]40.695 leguas quadradas.

PRI-

PRIMEIRA.

Pezo e Densidade dos Planetas.

Volume	*Pezo*	*Densidade*
He 1:435.025 vezes maior que o volume da Terra.	He 365.412 vezes mais pezado que a Terra.	He quasi 4 vezes menos denso que a Terra.
Pouco mais de 14 vezes e meia menor que o volume da Terra.	Ignora-se.	Ignora-se.
Pouco menor que o volume da Terra.	Ignora-se.	Ignora-se.
O volume tem 4:583:083.680 leguas cubicas.	O	O
49 vezes menor que o volume da Terra.	Pouco mais de 71 vezes menos pezada que a Terra.	Menos densa que a Terra como 49 e menor que 71.
Quasi 3 vezes menor que o volume da Terra.	Ignora se.	Ignora-se.
1.479 vezes maior que o volume da Terra.	440 vezes mais pezado que a Terra.	Pouco mais de 4 vezes menos denso que a Terra.
1.030 vezes maior que o volume da Terra.	107 mais pezado que a Terra.	Pouco mais de 10 vezes menos denso que a Terra.

TA-

T A B O A

Da distancia dos Planetas primarios ao Sol.

Planetas	*Dist. media em Semidiametros da Terra.*	*Distancia media em leguas Portuguezas.*	*Excentric. das orbitas dos Plan. em Semidiamet. da Terra, e em leguas Portug.*
Sol	O	O	O
Mercurio	9.397	9:688.456	Semid. 1.738 Leg. 1:792.261
Venus	17.559	18:103.800	Semid. 124 Leg. 127.644
Terra	24.275	25:028.4[illegible]9	Semid. 4[illegible] Leg. 42[illegible].477
Marte	36.989	38:135.607	Semid. 3.451 Leg. 3:558.539
Jupiter	126.258	130:172.249	Semid. 6.136 Leg. 6:326.410
Saturno	231.576	238:755.242	Semid. 12.917 Leg. 13:317.616

T A B O A

Da distancia dos Satelites, ou Planetas.

Lua distá da *Terra*	60 Semidiametros	62.153 leguas

Satelites de Jupiter distão do centro de Jupiter	1.°	$5\frac{2}{3}$	Semidiametros de Jupiter.
	2.°	9	
	3.°	$14\frac{2}{3}$	
	4.°	$25\frac{1}{3}$	

SE-

SEGUNDA,

E da excentricidade das suas Orbitas.

Distancia maior e menor em leguas Portuguezas.	*Diferença entre a maior e menor distancia dos Planetas ao Sol em leguas Portuguezas.*
O	O
maior 11:480.727 menor 7:896.205	3:584.522
maior 18:231.504 menor 17:976.216	255.288
maior 25:448.886 menor 24:607.932	840.954
maior 41:694.146 menor 34:577.068	7:117.078
maior 136:498.679 menor 123:845.819	12:652.860
maior 252:072.858 menor 225:433.626	26:635.232

TERCEIRA

Secundarios aos seus Primarios.

Excentricidade Semid. $3\frac{1}{2}$ Leg. 3.437	maior distanc. 65.590 leg. menor distanc. 58.716 leg.	diferenc. 6.874 leg

Satelites de Saturno distão do centro de Saturno			
	1.°	$1\frac{14}{15}$	Semidiametros do seu annel.
	2.°	$2\frac{1}{2}$	
	3.°	$3\frac{1}{2}$	
	4.°	8	
	5.°	23	

TA-

TABOA QUARTA

Da distancia de todos os Planetas á Terra reduzida a leguas Portuguezas.

Plan.		*Leguas Portuguezas.*
Lua	dista da Terra na distancia media	- - - 62 143
Merc.	dista da *Terra* (na cõjuncão inferior na cõjuncão superior	15:339 943 54:716 875
Ven.	dista da *Terra* (na cõjuncão inferior na cõjuncão superior	6:914.549 43:132.269
Sol	dista da *Terra* na distancia media	25:023.[illegible]09
Marr.	dista da *Terra* (na opposicão cõ o Sol na cõjuncão cõ o Sol	13:1[illegible]7.198 63:164.016
Jup.	dista da Terra (na opposicão cõ o Sol na cõjuncão cõ o Sol	105:145.840 155:2[illegible].058
Sat.	dista da *Terra* (na opposicão cõ o Sol na cõjuncão cõ o Sol	213:626.833 263:78[illegible].658

TABOA QUINTA

Do movimento dos Satelites á roda dos Primarios.

Satelites de Jupiter.		Satelites de Saturno	
1.°	1 dia, 18 hor. 27 min. 33 seg.	1.°	1 dia, 22 hor. 18 min. 27 seg.
2.°	3 dias, 13 hor. 13 min. 42 seg.	2.°	2 dias, 17 hor. 44 min. 22 seg.
3.°	7 dias, 3 hor. 72 min. 33 seg.	3.°	4 dias, 12 hor. 25 min. 12 seg.
4.°	16 dias, 16 hor. 32 min. 8 seg.	4.°	15 dias, 22 horas, 34 min. 38 seg.
		5.°	79 dias, 7 horas, 48 minutos.

TA-

TABOA SEXTA

Do movimento dos Planetas no systema Copernicano.

Plan.	Periodo á roda do Sol.	Rotação sobre o proprio eixo.	Inclinação da orbita a respeito da Ecliptica.
Sol	No systema Ticonico se revolve á roda da Terra em 365 dias, 5 horas, 48 min. 45 seg.	$25\frac{1}{2}$ dias.	O
Merc.	87 dias, 23 horas, 14 min. 25 segundos.	Não consta.	6 grãos, 59 minutos e 20 segundos
Ven.	224 dias, 16 horas, 41 minutos e 52 segundos.	24 dias, 8 horas.	3 grãos, 23 minutos, 20 segundos
Ter.	365 dias, 5 horas, 48 minutos, 45 segundos.	23 horas, 56 minut. 4 seg.	O
Mart.	686 dias, 22 horas, 18 minutos, 27 segundos.	24 horas, 40 minutos.	1 grão, 52 minutos.
Jup.	4.332 dias, 8 horas, 58 min. 27 seguudos, isto he quasi 12 annos.	9 horas, 56 minutos.	1 grão, 19 minutos, 10 segundos.
Sat.	10.749 dias, 7 horas, 21 min. 50 seg. isto he quasi 30 an.	Não consta.	2 grãos, 30 minutos, 20 segundos.
Lua.	move-se á roda da Terra em 27 dias, 7 horas, 43 min. 5 seg. De huma Lua nova até á outra gasta 29 dias, 12 horas.	27 dias, 7 horas, 43 minutos, 5 segundos.	4 grãos $58\frac{1}{2}$ min. nas Luas cheias e novas 5 grãos $17\frac{1}{2}$ min. nos quart. da Lua

TAR-

TARDE XXXIV.

Dos effeitos que nafcem da figura e fituação do Globo da Terra a refpeito dos Aftros.

§. I.

Da figura e divisão do Globo da Terra, e da Longitude e Latitude das Cidades, e tambem das Eftrellas.

Theod. COmo fe vão acabando os goftofos dias, em que poffo gozar da voffa companhia, para que fique completa (quanto o permittem as circumftancias) efta inftrucção que vos dou, precifo he ir refumindo o que nos refta. Hoje fallaremos dos effeitos que nafcem da figura, e fituação do Globo da Terra a refpeito dos Aftros; e ferá com mais miudeza, do que quando o confideramos como Planeta no fyftema dos Copernicanos. A Terra fenfivelmente he globofa. Alguns antigos cuidavão que era hum plano circular, que nas extremidades fe juntava com os Ceos, á maneira que o vidro de hum relogio de algibeira fe ajunta com o efpelho ou moftrador; mas depois que as Navegações moftrárão que fe

po-

podia rodear o Globo da Terra, ninguem duvidou da sua figura globosa, e que havia antipodas; isto he homens, cujos pés ficaváo voltados contra os pés dos outros na outra parte do globo.

Silv. Algum dia era isso para mim hum mysterio inexplicavel, cuidando que os que ficaváo da outra parte cahiriáo pelos ares; porém já hoje conheço que a força da gravidade faz que todos propendamos para o centro da Terra; e sendo a Terra em redondo habitada por homens, o pezo de cada hum o faz carregar na superficie della para o centro; e assim este pezo náo póde nunca fazer que se affastem delle para o ar: por quanto isso que nós chamamos cahir pelos ares abaixo, lá da outra parte do mundo seria verdadeiramente subir pelo ar assima; pois a respeito desses homens lhes fica para baixo a Terra, em que tem os pés, e por sima o ar; assim como nos succede a nós.

Theod. Discorreis muito bem: supposto pois ser a Terra da figura de huma bola, convem ir tocando ligeiramente as consequencias desta figura, as quaes ao mesmo tempo sáo confirmações innegaveis de que a Terra he globosa. Segue-se primeiramente que, estando nós na borda do mar largo, quando os navios se váo alongando muito, tambem se háo de ir escondendo para baixo, de sorte, que só veremos as vélas, as quaes pouco a pouco tambem se

irão

irão sumindo ; mas os que estão no mais alto das torres , ainda os descubriráõ quando das praias já se não puderem ver. Tudo isto succede assim, e procede da convexidade da Terra , a qual se faz mui sensivel na agua do mar ; porque ainda que a agua dos tanques tenha a superficie ao nivel , e por huma linha recta ; isto só he sensivelmente : porém no mar , sendo a sua extensão tal, que rodeia toda a Terra, a sua superficie deve ser tambem esferica. E a mesma natureza dos fluidos pede isto; porque os liquidos devem ter as columnas de igual altura entre si para se equilibrarem ; e como a altura se mede desde o centro da Terra , devem as linhas , que sahem deste ponto até á superficie do mar, ter a mesma altura : o que não póde ser, sem que a sua superficie vá voltando como em circulo. Isto posto , havendo distancia grande entre nós e os navios que estamos observando, a linha da vista , que sempre he recta , toca na superficie da agua , que faz convexidade ou lombo para sima , e nos impede ver ora o casco, ora as vélas, conforme o navio se vai alongando.

Eug. Já isso passou por mim , quando vinha da America ; porque á sahida do porto via a praia , depois a fui perdendo de vista , e só via os campanarios das torres, até que perdemos de todo a vista de Terra ; mas pelo contrario me succedeo quando

do avistámos Terra : primeiramente a vio o Gageiro , que vinha lá no cesto da Gavia , depois tambem nós no convés da náo ; porém só viamos a serra de Cintra, depois o zimborio de S. Vicente , até que fomos vendo com incrivel alegria a Cidade toda.

Theod. A razão de tudo isso he a convexidade da superficie do mar ; porque a linha da vista , que desde o navio vai roçando pela superficie da agua , apenas alcança as partes mais altas , ficando-lhe as inferiores escondidas com a agua ; quando porém o navio se vai chegando , e he menor a distancia , já póde a vista descubrir por linha recta de huma parte á outra , sem topar na agua.

Eug. Tambem nos succedia , que á proporção que hiamos caminhando para o Sul , se nos hia abaixando a Estrella do Norte , e sumindo para baixo ; até que finalmente perto da *Linha* a perdemos de vista : mas tambem fomos vendo Estrellas que nunca tinhamos visto ; porque as da parte do Sul cada vez nos apparecião mais altas.

Theod. Eis-ahi outra prova da figura globosa do mundo , considerado de Norte a Sul : de sorte , que em quanto caminhaveis de Nascente a Poente , hião-se sumindo para baixo os portos que deixaveis , e tambem pouco a pouco surgindo para sima os portos que ieis demandando ; e isso prova que o mar he convexo de Nascente a Poente :

te :

te : e o que agora me dizeis das Estrellas, prova que tambem o he de Norte a Sul; e a razão he a mesma, que das grimpas das torres. Se vós fosseis navegando até o pólo do Sul, as Estrellas do Ceo desse pólo vos ficarião sobre a cabeça; e pelo contrario vos ficaria bem debaixo dos pés a nossa Estrella do Norte. O contrario vos havia de succeder voltando para o polo do Norte.

Eug. Assim he.

Theod. Aqui tendes já explicado o que quer dizer *Altura do Pólo*; porque como a Terra he redonda, caminhando v. g. de Lisboa para Galiza, que nos fica ao Norte, cada vez vamos tendo maior *altura do Pelo*, isto he, cada vez nos fica o pólo do Norte mais alto a respeito de nós: tanto assim, que, se fossemos sempre andando por essa linha adiante, algum dia teriamos a prumo sobre a cabeça essa Estrella. Pelo contrario, vindo do Norte para Lisboa, cada vez se havia de ir abaixando a Estrella do Norte. Agora já ficais entendendo o porque se diz, que Lisboa tem 38 gráos de altura do Norte, e 43 minutos; o Porto 41, e 10 minutos, &c.

Eug. Já percebo: mas esses gráos que dizeis, chamavão os Pilotos da minha embarcação gráos de *Latitude*: explicai-me isto o que quer dizer.

Theod. O Globo da Terra dividem os Geografos com varios circulos, semelhantes e pro-

proporcionados aos que descrevem os Astronomos no Ceo. Chegai comigo a este globo terrestre (*Estamp.* 4. *fig.* 8.). Tambem na Terra designáo dous pólos, o do Norte N, e o do Sul S, que correspondem e ficáo a prumo debaixo dos pontos immoveis do Ceo, a que chamáo pólos: junto de cada hum destes pólos, com distancia de 23 gráos e meio, assináo hum circulo Polar *p p*, e entre estes dous circulos Polares descrevem outros tres, parallelos todos entre si. O do meio E E, e que igualmente dista de hum e outro pólo, chama-se *Equador*, ou *Linha*; os dous T T, que dos lados acompanháo a *Linha* em distancia de 23 gráos e meio, chamáo Tropicos; e já vedes que estes circulos, assim como tem os mesmos nomes dos circulos do Ceo, tambem lhes correspondem a elles, pois guardáo entre si a mesma distancia. Estes circulos fórmáo cinco zonas ou cintas na superficie da Terra. A que fica entre os dous Tropicos e comprehende 47 gráos, chamáo-lhe *Zona Torrida*; porque como o Sol sempre anda lá por sima, correspondente a esta Zona, julgaváo algum dia que pelo nimio calor seria abrazada e inhabitavel; porém vós, Eugenio, vistes por experiencia propria que comprehende os mais deliciosos climas. Os dous circulos polares dentro do seu circuito comprehendem dous terrenos, que se chamáo *Zonas frigidas*; e o espaço, que

Est. 4. fig. 8.

que resta entre cada hum dos Tropicos e o circulo polar proximo, que importa em 43 gráos, chamão-lhe *Zona temperada.* Além disso, tambem se descrevem varios Meridianos na Terra semelhantes aos do Ceo; e chamão assim a todo o circulo, que passa de pólo a pólo por sima deste, ou daquelle lugar determinado: v. g. o circulo, que comprehende a Terra, e passa do Norte a Sul por sima de Lisboa, he o Meridiano de Lisboa; como o circulo que do Norte a Sul passa por Paris, he o Meridiano de Paris; e assim das mais terras.

Eug. Visto isso, cada Terra tem o seu Meridiano particular.

Theod. Assim he, fallando daquellas, que ficão humas mais ao Nascente do que outras; porque as que distão entre si sómente de Norte a Sul, tem o mesmo Meridiano, pois passa por sima de ambas.

Eug. Percebo.

Theod. Supposto isto, creio que vos lembrais do que já disse; que todo o circulo se dividia em 360 partes, a que chamão gráos; e assim hum meio circulo tem 180, e hum quarto tem 90. D'aqui segue-se que do Equador ou *Linha* E E, até qualquer dos pólos N S, vão só 90 gráos; e que toda a *Linha* em redondo tem 360. Agora já podeis saber que cousa he *Longitude*, e *Latitude* de qualquer Cidade ou Villa. Inventárão os Geografos este modo de saber que lugar occupava na superficie da

Ter-

Terra esta ou aquella Cidade : e determinárão hum circulo , que passa de Norte a Sul , por sima da Ilha do *Ferro* , que he huma das *Canarias* , para ser o primeiro Meridiano. Isto he o Meridiano certo , do qual se principia a contar a *Longitude* das terras. Aqui o tendes ; porém esta *Longitude* só se conta no Equador.

Eug. E quando a Cidade , de que tratamos , não estiver no Equador , mas para as ilhargas, como posso eu saber a *Longitude*?

Theod. Nos Mappas , em que estão pintados os lugares das terras , tambem estão designadas varias linhas , que vem de pólo a pólo , e atravessão o Equador : aqui se vem. Estas linhas são outros tantos Meridianos : vede vós qual destas linhas passa mais perto de Lisboa , e ide ver o lugar ou grao do Equador , onde ella o corta , achareis que he no gráo 10 , e ficais sabendo qual he a *Longitude* de Lisboa , descontando aquelles gráos que valem a distancia , que Lisboa tinha desse circulo , de que vos valestes.

Eug. E vendo eu o lugar , em que essa linha ou Meridiano corta o Equador , como posso saber que gráo de Equador he esse?

Theod. No Mappa está escrito o número delles de 10 em 10 , e estão entre si todos distinctos , como vedes ; mas no caso que o não estivessem , havieis de ir buscar a Ilha do *Ferro* ; e o primeiro Meridiano ,

que passa por ella, e começando a contar desde o ponto em que elle corta o Equador, caminhando com a conta para o Nascente, ou para a parte de Hespanha, achareis o numero dos gráos do Equador em qualquer lugar que o cortem.

Eug. Já sei buscar a *Longitude*; mas náo sei ainda conhecer a *Latitude*.

Theod. Achando qualquer terra no Mappa, ou Globo Terrestre, haveis tambem de achar varios circulos parallelos ao Equador, que váo cortar o primeiro Meridiano: tomai o circulo mais chegado a essa terra, de que fallais; e seguindo-o para o Poente, ireis ver que gráo corta no primeiro Meridiano; e essa he a *Latitude* buscada. Advirto que haveis de accrescentar, ou descontar o que distava da Terra esse circulo vizinho, de que vos valestes. Disto se infere que nunca haveis de ouvir dizèr que alguma terra tem mais de 90 gráos de Latitude; porque como do Equador até o pólo vai hum quarto de circulo, em contando 90 gráos, estamos debaixo do pólo; porém de *Longitude* podemos contar até 360 gráos, porque se contáo em hum circulo inteiro e continuado. A *Latitude* humas vezes he para o Sul, outras para o Norte; porém a *Longitude* sempre he huma.

Eug. Ja entendo.

Theod. De passagem vos direi a Longitude, e Latitude das Estrellas; pois o náo disse em seu lugar, porque aqui melhor o enten-

tendereis. Já vos diſſe que no Ceo ſe deſignava hum circulo, que chamão Eclitica, e he o caminho do Sol. A reſpeito deſte circulo tambem ſe deſignão dous pólos, diverſos dos pólos do mundo, e diſtão delles 23 gráos e meio. Eſtes pólos ſe chamão pólos da Eclitica; e são dous pontos do Ceo, que diſtão igualmente de todos os pontos da Eclitica em redondo, aſſim como os pólos do Norte e Sul diſtão igualmente de todos os pontos do Equador Celeſte. Ora neſta Eclitica he que ſe mede a *Longitude* de qualquer Eſtrella, aſſim como no Equador ſe medem as *Longitudes* das terras; e a *Latitude* mede-ſe nos circulos ou linhas, que tiramos por ſima desſa Eſtrella deſde a Eclitica ao pólo della; aſſim como na Terra medimos as *Latitudes* nas linhas, que vão por ſima das Cidades até o pólo do Norte ou Sul.

Eug. Já percebo: he o meſmo que na Terra, com a differença, que lá nas Eſtrellas ſe attende á Eclitica e ſeus pólos; e cá na Terra attendemos ao Equador. Proſegui.

Theod. Eſquecia-me dizer-vos que na Eclitica ſe começão a numerar os gráos deſde o primeiro ponto de *Aries*, iſto he, do ponto em que a Eclitica corta o Equador ſubindo para o Norte. E deſte modo podeis buſcar no Mappa do Ceo qualquer Eſtrella, ſabendo a ſua *Longitude* e *Latitude*, aſſim como ſuccede no Mappa Terreſtre com as Cidades e Villas, que por eſte

modo achamos. Vamos agora a determinar mais individualmente a figura do Globo da Terra.

Silv. Já vós disſeſtes que ella era hum pouco abatida nos pólos (1).

Theod. Chamão-lhe a eſſa figura *Esferoide*: e agora pouco tenho que accreſcentar; ſó farei por dar mais luz ao que então diſſe. He verdade que muitos Aſtronomos, como os dous Caſſinos, Maraldi, Bruneto, e outros ſeguírão que a Terra era da figura de hum ovo. Porém Hugens, e Newton, e, quanto a mim, todos os Aſtronomos que preſentemente ha, ſeguem que he mais abatida nos pólos, e ſemelhante a huma laranja. Tres fundamentos allegão para iſſo: o primeiro he levado meramente pelo calculo, aſſentando que a Terra ſe move, como vos expliquei (2). Os corpos á proporção que ſe chegão para o Equador, diminuem do pezo, e por iſſo deve ſer ahi mais alto o mar, e por conſeguinte tambem a ſuperficie da Terra, que ſempre lhe fica em partes ſuperior. Conforme a eſte calculo deve ſer o diametro da Terra no Equador maior, que o diametro nos pólos, na proporção de 230 a 229. O ſegundo argumento he tirado das obſervações que, como já vos diſſe, forão fazer os Academicos Francezes com alguns Heſpanhoes, tanto ao Perú, como á Lapo-

(1) Tarde XXXII. §. VI.
(2) Tarde XXXII. §. VI.

ponia ; e medindo exactissimamente os gráos dos Meridianos , e conferindo-os com as medidas do Meridiano em París , conhecêrão que os gráos quanto mais perto estavão do Equador , mais pequenos erão ; de sorte , que calculando sobre a sua experiencia , sahe o gráo chegado ao pólo tanto maior, que o do Equador , como 60 he maior que 59 (1) : e como sabendo a desigualdade de cada gráo se conhece geometricamente a curvatura da linha , e quanto differe do circulo em que sempre he igual , facilmente se conhece que a figura da Terra he como a da laranja. Vós bem vedes que a superficie de hum ovo he mais curva para as extremidades ou pólos , do que no meio ; pelo contrario a laranja he mais chata e menos curva nos pólos , que no meio : ora como hum gráo do circulo he huma parte da sua curvatura ; quando huma linha he mais curva que outra , mais depressa chega a ter hum gráo de curvatura : e assim menos comprimento de linha basta para haver hum gráo. Deste modo succede na Terra. Junto aos pólos como a sua superficie he mais chata , para achar curvatura que faça hum gráo , he preciso tomar grande porção de superficie ; e comprehende o gráo 357.996 pés (2) ; mas junto ao Equador , como a superficie da Terra ahi volta mais depressa , e não he tão pla-

na ,

(1) Gravef. Phys. Elem. Mat. n. 4332.
(2) Gravef. num. 4330.

na, para ter hum gráo de curvatura, basta menos, e assim o gráo do Equador tem só 352.008, desprezando em ambas as partes huns pequenos quebrados. Este argumento tira todas as dúvidas, porque he demonstrativo. Suppostas estas medidas, sahe pelo calculo o diametro do Equador maior, que o dos pólos, na razão de 178 a 177. Vamos ao terceiro argumento, que tambem he mui forte, e já o toquei os dias passados, e he tirado do diverso movimento dos pendulos. Observou-se que o mesmo pendulo em París fazia as vibrações muito mais de vagar, que na Laponia; e tanto tempo gastavão em Paris 86.158 vibrações, como na Laponia 86.217 (tambem desprézo alguns pequenos quebrados), mas são 59 vibrações de mais, quasi em 24 horas. Do mesmo modo se achou que junto ao Equador ainda os pendulos andavão mais de vagar, que em París. Donde se conheceo que a gravidade desses pezos diminuia á proporção que se chegavão para o Equador. Alguns attribuírão isto ao calor dessas regiões, dizendo que fazia estender as varas dos pendulos, o que certamente faria as vibrações mais vagarosas; porém pelo que já vos disse se conhece que essa resposta he frivola; por quanto o calor dessas regiões, como vós sabeis, he moderado; e em Quito no tempo, em que gelava, era preciso encurtar a vara do pendulo 20 vezes mais, do que a podia es-

estender hum calor intensissimo, para concordarem as vibrações com as que se faziáo em París: e náo he crivel que, gelando, houvesse em Quito muito calor: por onde se infere que náo podia a dilatação dos pendulos ser a causa de se retardarem as suas vibrações, mas sómente o diminuir-se ahi a gravidade ou pezo de cada particula, cahindo por isso os graves com menor velocidade.

Silv. Facilmente se póde conhecer se esse effeito procede da diminuição da gravidade, pondo outro pendulo em París v. g. de pezo algum tanto menor, e vendo se faz as vibrações táo vagarosas como esse na America.

Theod. Já disse que náo póde ser isso assim, porque haveis de saber que, tendo os pendulos o mesmo comprimento de vara, fazem as vibrações no mesmo tempo, seja qual for o seu pezo: isto he certo. E a razáo já vós a sabeis, porém náo a applicais. Eu já vos disse (1) que dous pezos mui diversos, largando-os pelo vacuo, cahiáo a hum tempo; e que quando cahem pelo ar, só ha a differença na velocidade que lhes causa a resistencia do ar. Ora como os pendulos fazem as suas vibrações cahindo e subindo, importa pouco que tenháo mais ou menos materia, em ordem a gastarem mais ou menos tempo no cahir e subir. E assim, se nós quizermos fazer

que

(1) Tom. I. Tarde I. §. VIII.

que hum pendulo tendo a vara tão comprida como o outro (porque só isto he que governa as vibrações , como se demonstra na Mecanica) se quizermos que faça as vibrações mais vagarosas , não basta diminuir a materia do pezo , porque huma só particula de materia de huma pluma cahiria com tanta velocidade como cem arrobas de chumbo (prescindo da resistencia do ar) : he logo preciso para retardar estas vibrações que cada particula de materia seja attrahida ou impellida para a Terra com menos força , e caia com menos velocidade ; e isto só se consegue pondo o tal pendulo mais perto do Equador ; porque ahi em cada particula de materia he menor a gravidade.

Silv Já entendo : mas que tem isso com a figura da Terra ?

Theod. Eu o digo. No systema Newtoniano a gravidade mutua e geral , que se conhece em tudo o que tem materia , ou seja Terrestre ou Celeste , se observa que diminue na razão inversa do quadrado da distancia desse corpo até ao centro da attracção (proceda a gravidade do que proceder): isto he huma lei constantemente observada em Ceos e Terra : logo para ser menor a força , com que no Equador os pendulos pezão ou são attrahidos para a Terra , he preciso que ahi distem mais do centro. Por isso deste argumento dos pendulos se colhe que a Terra no Equador he mais levantada.

Silv.

Silv. E o calculo fundado no movimento dos pendulos concorda com os outros que dissestes?

Theod. Concorda na substancia, mas com alguma differença. Pelo calculo de Newton, fundado sobre o movimento da Terra, deve ser mais alta no Equador 4 leguas e meia das nossas; pela medição dos Academicos deve ser mais levantada quasi 6 leguas das nossas. O calculo dos pendulos mais se accommoda ao de Newton, posto que não concorda de todo. Porém se Newton o fórma só sobre o movimento da Terra, como além da força centrifuga no Equador, ha a maior distancia do centro, e menor attracção da Gravidade, devem subir as aguas ainda muito mais das 4 leguas e meia, que subirião, senão houvesse diminuição na gravidade por causa da maior distancia do centro. O insigne Bento de Moura Portugal, homem de grande engenho, conjecturou que a maior elevação do Globo Terraqueo não será no Equador, mas alguns gráos distante delle. O seu fundamento he; porque a força centrifuga faz fugir a agua do eixo para fóra por linhas perpendiculares ao eixo; e no Equador a força da gravidade obra por esta mesma linha; mas nos lados a força da gravidade, como só puxa para o centro, não obra por linhas perpendiculares ao eixo; donde se segue que a força centrifuga acha maior contrariedade no Equador,

dor, que na Latitude de alguns gráos; porque acha huma força, que obra pela meſma linha em contrario; e talvez que d'aqui proceda que nas vizinhanças da linha não he perfeitamente conſtante nas experiencias dos pendulos o atrazarem-ſe á proporção de ſe aproximarem á Linha. Mas o tempo moſtrará ſe eſta conjectura he ſolida. Sempre concluimos que he eſta a figura da Terra, a qual nem por iſſo deixa de ſer ſenſivelmente globoſa; porque ſeis leguas de maior altura no Equador he couſa mui pequena e inſenſivel a reſpeito do Diametro medio da Terra, que tem 2.062 leguas Portuguezas. Advirto que eu, ſeguindo a Arte de Navegar do noſſo Coſmografo Mór, dou a cada gráo do circulo maximo 18 leguas (os Eſpanhoes tem leguas hum pouco maiores, e dáo ao gráo 17 leguas e meia): e por eſtas contas vem a ter o circulo Maximo 6.480 leguas Portuguezas. Agora ſe quereis ſaber quantas leguas quadradas contém a ſuperficie da Terra, haveis de multiplicar o ſeu circulo maximo por todo o diametro, e ſahem 13:361.760. E para dizer tudo de huma vez, tem toda a terra de volume (4;591:991.520) quatro mil, quinhentos e noventa e hum contos, novecentas e noventa e huma mil, quinhentas e vinte leguas cubicas. Tambem advirto que nas Taboas do Padre Euſebio da Veiga ha grande equivocação no que toca á grandeza da Ter-

Terra. Talvez os Impressores trocariáo as letras de conta, o que he mui facil.

Eug. Quem tem uso de contas he que sabe quáo facil he o haver nellas grande equivocaçáo; ainda fazendo-as com cuidado, quanto mais passando por máos alheias, como succede nas impressóes.

§. II.

Das horas, dia, e Anno, Veráo, e Inverno.

Theod. SEgue-se agora explicar os admiraveis effeitos, que nascem da figura globosa da Terra; e alguns outros, que tem com elles parentesco, posto que procedáo de causa diversa. Primeiramente quero explicar os Dias, Annos e Estaçóes do anno. O Dia humas vezes se toma pelo espaço de vinte e quatro horas, e entáo se chama *Dia Natural*; e neste sentido dizemos que o mez consta de 30 dias continuados, começando hum no mesmo ponto da meia noite, onde acaba o precedente. Outras vezes o *Dia* só significa o espaço, em que gozamos da luz do Sol; e neste sentido exclue a noite, e se chama *Dia artificial.* O Dia natural, que consta de vinte e quatro horas, he o espaço, que gasta o Sol em girar á roda de nós, formando hum circulo inteiro: de sorte, que contamos

mos meio dia da quinta feira v. g. quando o Sol está no Meridiano que passa pela nossa cabeça ; e quando tornar a passar por sima de nós , tocando neste mesmo Meridiano, tem passado 24 horas, ou hum dia completo , que se fórma da tarde da quinta , e da manhã da sesta feira. Porém haveis de notar que o dia das Estrellas he mais pequeno , que o dia do Sol. Eu me explico. O intervallo de tempo, que gasta o Sol em dar huma volta desde que largou o nosso Meridiano até tornar a tocar nelle , chamamos o dia do Sol ; porém o espaço , que gasta qualquer Estrella fixa , depois que passou pelo nosso Meridiano, até tornar a tocar nelle , chamamos o *dia das Estrellas.*

Eug. Percebo ; mas porque dizeis que esse dia he menor, que o do Sol?

Theod. Supponhamos que o Sol hoje, quando passou pelo nosso Meridiano, estava junto d'uma Estrella ; se o Sol senão movesse com o seu movimento proprio para o Oriente, quando á manhã chegasse a passar por sima de nós essa Estrella, viria tambem o Sol ; mas como entretanto o Sol tinha andado para trás , isto he para o Nascente, depois de chegar a Estrella ao Meridiano, ainda he preciso esperar algum tempo , até que o Sol chegue. Quando o Sol andou mais , espera-se mais tempo para chegar ao Meridiano ; e quando andou menos, menos tempo se espera por elle, depois de che-

chegar a Estrella. Mas huns dias por outros tarda o Sol em chegar ao Meridiano, depois de ter chegado a Estrella, 3 minutos e 56 segundos; porém na realidade, huns dias tarda mais, e outros menos.

Silv. E porque não tarda o Sol sempre o mesmo tempo?

Theod. Vós ambos já me ouvistes dizer que os Planetas não andavão nas suas orbitas sempre a passo igual; que humas vezes se apressavão, outras se atrazavão (1). Ora o Sol segue esta mesma regra (os Copernicanos dizem ser este movimento apparente no Sol, mas verdadeiro na Terra, e nesse systema a Terra tambem, como os outros Planetas, ora se apressa, ora se atraza). D'aqui se segue que nem em todos os dias ha de ser igual o espaço que anda o Sol com o seu movimento proprio; e assim nem sempre ha de ser o mesmo intervallo de tempo, que vai desde que chega a Estrella ao Meridiano até que chegue o Sol. Por isso os dias verdadeiramente não são iguaes; e como cada dia se reparte em 24 horas, tambem estas não ficão iguaes: eis-aqui porque os relogios não podem acompanhar o Sol; e he preciso ora atrazallos, ora adiantallos; pois o seu movimento, sempre constante, não póde concordar com o do Sol, que varia.

Eug.

(1) Tarde XXXIII. §. III.

Eug. Até aqui attribuia isso á imperfeição dos relogios; mas agora vejo que he indispensavel essa diligencia para os trazer certos com o Sol.

Theod. Vamos a explicar o *Dia artificial*, isto he, o dia que se oppõe á *Noite*. Começa o dia com hum crepusculo, e acaba com outro. Chamamos crepusculo áquella luz, que pouco a pouco cresce até apparecer o Sol, e que pouco a pouco diminue depois delle desapparecer. Este crepusculo, como tambem o espaço que gozamos do Sol, sabem todos que he desigual, conforme os tempos do anno, e conforme os lugares da Terra. Eu vos explico isto como mais facilmente puder. Nós sabemos que o Sol gira em 24 horas á roda de nós; em quanto anda do Horizonte para sima, he dia; em quanto anda debaixo do Horizonte he noite. Se nós estivessemos na Linha, ou Equador, todos os dias do anno serião iguaes ás noites. Eu debuxo aqui huma figura (*Estamp.* 4. *fig.* 6.). Aqui tendes huma semelhança da Esfera: N S são os dous Pólos; e a linha, que vai de huma letra á outra, significa o eixo do mundo, ou a linha que se considera de Norte a Sul, sobre a qual se revolvem os Ceos em 24 horas (logo vos explicarei isto no systema Copernicano). E E significa o Equador, T T o Tropico de *Cancro*, que he o do Verão, e C C o Tropico de *Capricornio*, que he o do Inverno. Supposto isto,

Est. 4. fig. 6.

se

ſe nós eſtiveſſemos na Linha, ficava-nos o Equador Celeſte ſobre a cabeça ; e por conſeguinte o Horizonte *o o* (ou o circulo que corre por todas as extremidades do Ceo que os olhos podem ver) apanharia ambos os Pólos N S. Neſte caſo ponde vós o Sol em qualquer ponto do Ceo, ou ſeja T, ou C, ou E; como elle ſe revolve em 24 horas ſobre o eixo N S, tanto tempo gaſta em andar o eſpaço do circulo que eſtá do Horizonte para ſima, como do Horizonte para baixo ; por quanto o Horizonte parte eſſes circulos todos em duas metades iguaes. Logo tanto tempo ha de o Sol andar do noſſo Horizonte para ſima, e ſerá dia, como do Horizonte para baixo, e ſerá noite.

Eug. Com effeito vindo eu da America vinte dias que eſtivemos parados na Linha por cauſa de huma terrivel calmaria, obſervei eu que ſempre o Sol naſcia ás 6 horas da manhã, e ſe punha ás 6 da tarde ; e iſto era no mez do S. João; e quando fui para lá, que era em Novembro, tambem nos demorámos 5 dias na Linha, e me aconteceo o meſmo.

Silv. Pois ahi não ha inverno, nem verão!

Theod. Nas terras, que ficão na Linha, ou perto della, ſempre os dias são iguaes ás noites; mas attendendo ao calor, e ao frio, ha dous verões cada anno, e dous invernos. Reparai na figura : o Sol cada dia anda hum grão pela *Eclitica*, que aqui ſe pinta

com

com este circulo de pontinhos T C; mas sempre vai girando com os Ceos á roda da Terra em 24 horas: em quanto anda perto dos Tropicos, ha menos calor na Linha, e póde chamar-se inverno; porém quando anda perto do circulo E E, passa por sima da cabeça dos que ahi vivem, e os seus raios cahindo perpendiculares sobre a Terra, fazem grande calma; e como o Sol dentro de hum anno corre toda a Ecliptica, duas vezes passa pelo circulo E E, huma para lá, outra para cá, e faz dous verões; e chega huma vez a C, outra a T, e faz dous invernos. Vamos agora a explicar a esfera obliqua.

Eug. Que quer dizer *esfera obliqua*?

Theod. Quando o Horizonte coincide com o eixo do mundo, que vai de pólo a pólo, chama-se *esfera recta*; e quando o eixo, que se considera de hum pólo ao outro, corta obliquamente o Horizonte, chama-se *esfera obliqua.* Aqui a debuxo com o lapis (*Estamp.* 4. *fig.* 7.) e ponho os mesmos circulos, e as mesmas letras.

Est. 4. fig. 7.

Eug. Pelo que me dizeis nós estamos em *esfera obliqua.*

Theod. Sim, porque o pólo do Norte se levanta do Horizonte 38 gráos; e outros tantos se abaixa o do Sul.

Eug. E se estivessemos lá no Porto v. g. ou em Galiza, ainda o Norte nos ficaria mais alto; porque, como já dissestes, a altura do pólo sobre o Horizonte he igual

á

á latitude deſſa terra : e aſſim quanto mais formos caminhando para o Norte, maior *Latitude* temos, e maior altura de pólo.

Theod. Aſſim he.

Silv. D'ahi infere-ſe que os Horizontes das terras são diverſos; e cada terra tem ſeu Horizonte.

Theod. Inferis bem; porque como a Terra he redonda, ſe d'aqui caminharmos para qualquer parte, havemos de deſcubrir parte do Ceo que não viamos, e tambem ſe nos ha de occultar alguma parte do que viamos; e como o Horizonte he o circulo, que paſſa em redondo por todas as extremidades do Ceo que nos fica viſivel, ſegue-ſe que, mudando de Terra, mudamos tambem de Horizonte. Iſto ſuppoſto, vamos a explicar a deſigualdade dos dias a reſpeito das noites. Os circulos, que o Sol faz cada dia, não cortão perpendicularmente o noſſo Horizonte; porque como gira á roda do eixo que paſſa de Norte a Sul, eſtando eſte eixo inclinado a reſpeito do Horizonte, não podem os giros quotidianos do Sol cortar perpendicularmente o Horizonte: e aſſim o giro de hum dia tem com pouca differença a meſma inclinação que tem os Tropicos, ou o Equador; porque quando o Sol eſtá no Tropico, pouco ſe affaſta delle no eſpaço de hum dia. Supponhamos agora que he chegado o S. João; eſtará o Sol em T, que he o Tropico de *Cancro*, neſſe dia quaſi que ſe não affaſta o

feu giro do Tropico. Vedes que he muito maior a parte desse circulo, que fica do Horizonte para sima, do que a que fica do Horizonte para baixo?

Eug. Não ha cousa mais clara.

Theod. Eis-ahi porque pelo verão temos os dias maiores que as noites. Pelo contrario de inverno são maiores as noites que os dias; porque (como vedes) o circulo do Tropico de *Capricornio*, que he este C C, por onde o Sol anda pelo Natal, tem muito maior porção debaixo do Horizonte, do que por sima. Porém quando o Sol se chega perto do Equador, que he no fim de Março e de Setembro, são os dias iguaes ás noites; porque (como estais vendo) o Equador sempre tem metade de baixo do Horizonte, e metade de sima; e de qualquer fórma que imagineis o Horizonte, como sempre ha de passar sensivelmente pelo centro da Terra, sempre ha de cortar o Equador em duas partes iguaes. Por isso quando o Sol chega a este circulo, em toda a parte do mundo, em que houver dia e noite, serão iguaes as noites aos dias.

Eug. Em toda a parte, onde houver dia e noite! este modo de fallar suppõe que n'alguma parte não ha dia ou noite.

Theod. Assim he; porque nas regiões junto aos pólos do mundo, em cada anno ha hum só dia, e huma noite só. Olhai, Eugenio, o Sol nunca se affasta do Equador mais do que distão os Tropicos, que são

23 gráos e meio; os habitadores dos pólos como tem o pólo sobre a cabeça, fica-lhes o Equador servindo de Horizonte: logo desde que o Sol passa do Equador para o Tropico do Norte, os habitadores desse pólo vem o Sol levantado do seu Horizonte, e que vai andando em redondo; mas sempre subindo, até se levantar sobre o Horizonte (que ahi he o mesmo que o Equador) 23 gráos e meio: tanto que chega a essa altura, que he a do Tropico, continúa em girar a roda, porém já descendo para baixo, até se sumir debaixo do Horizonte, que he a 23 de Setembro, quando passa do Equador para o Sul; e então começa a apparecer aos habitadores do pólo contrario, ficando entretanto noite para os do pólo do Norte.

Eug. Visto isso, tem esses habitadores 6 mezes de dia, e seis de noite.

Theod. Sim; mas como em quanto o Sol anda 18 gráos debaixo do Horizonte, ha crepusculo, vem a ficar o dia maior que de seis mezes; porque alguns mezes antes do Sol chegar ao seu Horizonte, e alguns depois de se esconder debaixo delle, dura a luz do crepusculo. Ora isto que tenho dito se entende dos que ficão bem debaixo dos pólos (se acaso são habitadas essas regiões); mas dos que ficão entre nós, e os pólos se diz o mesmo á proporção, sendo maiores os dias no verão á proporção que elles estiverem mais vizinhos ao pólo;

e tambem pelo contrario mais pequenos os de inverno. Do que fica dito se tira a doutrina para todas, e quaesquer regiões do mundo.

Eug. Em sabendo a latitude ou distancia, que qualquer terra tem da *Linha*, já me posso governar.

Theod. Agora já sabeis em que consiste o Verão, e o Inverno, a Primavera, e o Outono. Em quanto o Sol com o seu movimento proprio vai do Equador até o Tropico do Norte, que chamão de *Cancro* (porque ahi está a constellação *Cancer*) dizemos que he a Primavera : começa a 20 de Março pouco mais ou menos, e acaba em 21 de Junho. Quando o Sol está no Equador faz o *Equinoccio*, como me parece que já vos disse ; e quando chega ao Tropico, faz o *Solsticio.* Chama-se *Solsticio* ou parada do Sol ; porque como nesse dia o Sol não se chega mais para o pólo, nem sensivelmente se affasta delle, parece que pára. O Equinoccio he no primeiro grão de *Aries* ; e o Solsticio no primeiro de *Cancro* : ahi começa o Verão, que dura até 22 de Setembro com pouca differença ; e ahi se fórma o segundo Equinoccio, que chamão do Outono, porque ahi começa essa estação do anno ; e nesse dia toca o Sol no Equador no primeiro ponto de *Scorpião*, e dura o Outono até 21 de Dezembro, que he o Solsticio de Inverno ; e chega então o Sol ao Tropico do Sul

Sul ou de *Capricornio*. Já vos disse a razão, por que contando os dias, e horas que vão do Equinoccio da Primavera ao do Outono, se achão mais nove dias, do que entre o do Outono, e o seguinte da futura Primavera (1).

Eug. Dissestes que de inverno era menor a distancia entre o Sol e a Terra; e que pela regra geral dos Planetas se movia mais depressa, para fazer areas iguaes em tempos iguaes.

Theod. Isso he: agora quero explicar-vos alguns Paradoxos admiraveis, que se demonstrão pelo que fica dito.

§. III.

De alguns Paradoxos admiraveis ácerca dos dias, e horas.

Silv. E Que Paradoxos são esses?

Theod. Eu os vou dizendo. O primeiro he: *Em qualquer hora são todas as horas.* Agora são 7 horas da tarde aqui onde estamos, como testifica o relogio que temos defronte: pois sabei que agora mesmo são 8 da tarde, meia noite, meio dia, 3 da manhã, &c.

Eug. Isso será em relogios que andem doudos.

Theod. Não: fallo só dos relogios que andem

(1) Tarde XXXIII. §. IV.

dem certos, e pelo Sol. Olhai: o Sol he que faz as horas com o seu movimento; quando está a prumo sobre nós, he meio dia aqui; e quando estiver a prumo sobre Paris v. g. he meio dia lá; porém como nós estamos mui longe de Paris, e temos differente longitude, quando o Sol estiver a prumo sobre nós, não póde estar a prumo sobre Paris; e deste modo quando for meio dia n'uma parte, não póde ser meio dia n'outra. E como o Sol vem com o seu movimento diurno de Oriente para Poente, primeiro passa pelas terras, que ficão mais ao Nascente; e quando passa por nós, já tem passado por Paris; e quando cá for meio dia, já lá ha de ser huma hora da tarde.

Eug. E temos nós algum modo para saber ao certo que horas são lá, quando cá for meio dia?

Theod. Eu vos dou o modo de saber isso a respeito de qualquer parte do mundo. Como o Sol corre toda a Terra em redondo em 24 horas, vem a correr 15 gráos em cada hora. Supposto isto, ide ao Mappa, e vede quanta differença vai de Lisboa a Paris na Longitude (que he só o que se deve attender para isso, porque he o que basta para saber quanto huma terra fica mais ao Nascente do que outra); e se achardes que differem 15 gráos, a differença he de huma hora; se a differença for de 30 gráos, importa a differença em duas horas, &c,

Ad-

Adverti, que se a terra de que fallais ficar para o Nascente de Lisboa, isto he, tiver maior longitude, nessa terra a differença do tempo a respeito de nós he para mais; e assim quando cá for meio dia em ponto, lá será ou huma, ou duas da tarde, ou mais conforme a differença; porem se a terra nos ficar ao Poente, e a longitude for menor, a differença do tempo he para menos; e quando cá for meio dia, lá serão 11 horas da manhã, ou menos, conforme a differença da Longitude. Isto supposto, já vedes que tenho razão em dizer-vos: *Agora são todas as horas*: nas terras, que distarem de nós para Nascente 15 graos, sendo agora aqui 7 da tarde, serão 8; se distarem 60 graos, serão 11 da noite; se distarem 90 graos, será huma depois da meia noite, &c.

Silv. Não he preciso mais, isso he manifesto.

Theod. Passemos a outro Paradoxo: *Dous homens nascendo juntamente, e morrendo juntamente, pode hum ser mais velho do que o outro.*

Silv. Isso he impossivel: ahi ha equivocação.

Theod. Não duvido que a haja, ou da minha parte, ou da vossa. Deixai-me explicar o ponto. Ser hum homem mais velho, he ter maior número de dias no espaço da vida. Tambem he certo que hum dia he o intervallo de tempo, que vai de meia noite a meia noite, ou de meio dia a meio dia: nenhum de vós duvidais disto.

Silv.

Silv. Nenhum.

Theod. Supponde que aqui nascião dous irmãos gemeos, e que hum sempre ficava na casa de seus pais; porém o outro, passado tempo, se punha a fazer jornada para o Nascente. Já disse que as terras, que ficarem 15 graos mais ao Nascente do que Lisboa, differem no tempo huma hora de nós; e que sendo cá 7 horas, lá são 8; por conseguinte se a terra só tiver hum gráo de mais que a nossa para o Nascente, differe no tempo 4 minutos. Supponhamos pois que o nosso caminhante vence hum gráo cada dia, que são 18 leguas Portuguezas; quando aqui for meia noite, lá na terra onde elle pernoitar no fim do primeiro dia de jornada serão 4 minutos sobre a meia noite, e no segundo dia pernoitará em terra, onde a meia noite de Lisboa corresponde a 8 minutos sobre ella lá nessa terra. Deste modo tendo o homem andado 15 gráos, já quando cá fosse meia noite, nessa terra seria huma hora sobre a meia noite; e tendo o homem corrido toda a Terra em redondo, e tornando a Lisboa, como em cada 15 gráos contava mais huma hora, em 360 graos ha de contar mais 24 horas, ou hum dia; e já o temos mais velho que seu irmão gemeo, que ficou em casa.

Eug. Isso não tem resposta; e se elle fizesse jornada para o Poente, e viesse cá sahir pelo Nascente?

Theod. Havia de succeder o mesmo; mas com

a

a differença de que as horas erão para menos, e havia de contar menos 24 em toda a jornada; pois no primeiro dia, quando cá fosse meia noite, lá ainda havião de faltar 4 minutos.

Silv. Supposta huma cousa, a outra seguese; e se acaso os dous irmãos fizessem jornada, partindo hum para o Nascente, e outro para o Poente; e depois de rodearem a Terra, se tornassem a ajuntar em Lisboa, hum levaria ao outro dous dias demais.

Theod. Dizeis bem; porque o que fosse para o Oriente chegando a Lisboa contava hum dia mais do que nós que cá ficáramos; o outro, que tinha ido para o Poente, voltando contava hum dia menos do que nós; e por boas contas dous dias menos que seu irmão. E temos que morrendo ambos a hum tempo, seria hum dous dias mais velho do que o outro.

Eug. Custa a crer; mas não ha remedio, senão confessallo.

Theod. Outro Paradoxo se fórma, que vos ha de parecer ainda mais impossivel, e vem a ser: *Póde hum homem andar mui devagar hum cento de leguas, sem que no fim da jornada conte mais huma hora do que no principio.*

Silv. Como he isso? explicai-vos.

Theod. Eu o faço. Se o homem sahir aqui de Lisboa, quando he meio dia em ponto, e correr para o Poente tão depressa que ven-

ça 15 gráos em huma hora, lá achará que então he meio dia nessa terra, porque então o Sol fica sobre o seu Meridiano. He isto assim?

Silv. Não tem dúvida, supposto o que fica dito.

Theod. E se der outra carreira como a primeira, quando cá forem duas da tarde, elle terá corrido 30 gráos, e lá será então meio dia. Como corre tão depressa que vai acompanhando o Sol, sempre o levará sobre si; e por onde for passando o Sol, e o homem, que cá por baixo o vai acompanhando, sempre irá sendo meio dia, ainda que cá em Lisboa vamos contando horas successivamente. Deste modo correria o homem a Terra em 24 horas, e tornaria a Lisboa contando sempre meio dia, por onde quer que viesse, porque sempre trazia o Sol sobre a sua cabeça a prumo; e deste modo não podia contar nem mais huma hora no seu proprio tempo em todo o espaço que durou a jornada.

Silv. Como isso he hum caso metafysico, e o homem não póde correr toda a Terra em 24 horas, não me canço em averiguar isso.

Theod. E se eu vos fizer o caso possivel, e facil, que me direis?

Silv. Facil! e como?

Theod. A Terra he sensivelmente redonda, e todos os Meridianos se tirão de hum pólo ao outro, como vedes nos *Globos Terres-*

reſtres ; e quanto mais diſtão dos pólos, mais ſe abrem eſſes circulos, ou Meridianos entre ſi. Se eſtando no Equador quizerdes em 24 horas atraveſſar todos os Meridianos que ha, he preciſo correr eſſe circulo, que he muito grande; mas ſe eſtando huma legua diſtante de qualquer dos pólos, formardes hum circulo á roda do pólo, eſte circulo terá de diametro duas leguas, e de circumferencia 6, e atraveſſará todos os Meridianos da Terra, que lá ficão mui juntinhos entre ſi, quando cá no Equador diſtão muito. Sendo iſto aſſim, o homem que correſſe em 24 horas as 6 leguas deſſe circulo, já podia ir acompanhando o movimento diurno do Sol; de maneira, que ſempre foſſe cortando com os pés o meſmo Meridiano a que o Sol hia correſpondendo; e ſeria para o homem ſempre meio dia: e como podia continuar neſte giro muitos dias, nunca podia contar huma hora mais do que contou quando começou a jornada. Eis-aqui como ſe verifica aquelle Paradoxo que parecia impoſſivel. Porém vamos a couſas mais ſerias: iſto baſta para poderdes reſolver outras ſemelhantes queſtões curioſas. Agora quero explicar-vos o dia, e anno, e Eſtações do tempo no ſyſtema Copernicano.

§. IV.

§. IV.

Explica-se o dia, Anno, e suas Estações no systema Copernicano.

Silv. JA' vós dissestes, que estando o Sol fixo, revolvendo-se a Terra sobre o seu eixo em 24 horas, quando principiavamos a ver o Sol, era o principio da manhã; quando passavamos por defronte delle, era meio dia; e quando nos iamos revolvendo, de sorte que o perdiamos de vista, era o que chamamos *Sol-posto*, e começava então a noite, que durava até que, acabando de dar a Terra huma volta, tornavamos a ver o Sol.

Eug. Isso bem se percebe, vamos ao mais.

Theod. O que tem mais que explicar he o Verão e Inverno. Para me entenderdes haveis de suppôr (*Estamp.* 5. *fig.* 1.) que esta meza redonda, a qual nos serve para o chá, he o circulo da Eclitica; isto he, a orbita que descreve a Terra á roda do Sol; considerai o Sol quasi no centro da meza, e que a Terra anda pela borda em redondo, com o seu movimento annuo, além do que tem em 24 horas sobre o proprio eixo. Este eixo *s n*, que se considera passando de pólo a pólo no Globo da Terra, he huma linha, que póde ter varias inclinações a respeito do plano da Eclitica. Sup-

Est. 5. fig. 1.

pon-

ponde que esta maçá he o Globo da Terra, que este palito *s n*, com que a atravesso de parte a parte, he o eixo do mundo que vai de Norte a Sul: quero para maior semelhança dar na maçá tres golpes em redondo, que sendo perpendiculares ao eixo representem o Equador, e os dous Tropicos, e se assemelhem á Terra. Eu posso pôr a maçá de sorte, que fique o palito ou eixo *s n* a prumo sobre a meza; porém então não imito bem a postura da Terra a respeito do circulo da Eclitica; para isso deve ser assim, Norte *n* para sima, e Sul *s* para baixo, porém obliquamente com inclinação de 23 gráos e meio. Nesta postura se conserva a Terra em toda a volta que dá, de sorte que sempre a ponta do palito ou eixo, que representa o Norte *n* ha de olhar para aquella janella, ou a Terra esteja em M, ou aqui em D, ou neste lugar S, ou nestoutro I. Eis-aqui o que chamão *Paralelismo do eixo da Terra.* Querem dizer por esta palavra, que o eixo da Terra em qualquer parte do anno, que ella esteja, sempre se conserva em postura parallela á que tem nos mais tempos do anno. D'aqui nasce o Verão e Inverno. Porque quando a Terra estiver aqui em I, que corresponde a Junho, o pólo do Norte *n* fica voltado mais para o Sol do que o pólo contrario, e parece-nos a nós que o Sol se chegou mais para o Norte, e por isso, no circulo que a Terra faz em 24 horas,

as Cidades, que ficão da Linha para o Norte, mais tempo andão á vista do Sol, do que ás escondidas delle; e eis-ahi porque o dia he maior que a noite. Pelo contrario quando puzer a Terra aqui em D, que corresponde a Dezembro, o polo do Sul *s* he que fica mais voltado para o Sol, e o do Norte *n* mais affastado; e os habitadores desse hemisferio do Norte, quando derem com a Terra volta á roda do eixo, mais tempo hão de estar ás escuras do que á vista do Sol, e terão as noites maiores que o dia, e será Inverno.

Eug. E como formais a Primavera, e Outono?

Theod. Supponde vós que a Terra está aqui em S, onde corresponde a Setembro, o plano do seu Equador continuado vai dar ao Sol, isto he, o Sol fica-lhe bem defronte do Equador, de sorte que tanto allumea hum pólo, como ao outro: nesta situação, o habitador da Terra olhando para o Sol, cuidará que elle se move por sima do Equador; e o habitador, que se move com a Terra, só doze horas andará á vista do Sol, e outras doze escondido delle; e então he o dia igual á noite.

Silv. Já percebo. A differença entre o systema Copernicano, e Ticonico só está em que hum diz que o movimento do Sol de Tropico para Tropico he verdadeiro e real, e segundo este movimento se explica bem o Verão e Inverno, e igualdade ou desigual-

gualdade dos dias ; porém no outro syftema ou *hypothese* , eſte movimento do Sol he ſó apparente no Sol , e real na Terra ; porém como a reſpeito de nós he como ſe fora verdadeiro no Sol , devem acontecer os meſmos effeitos , quer ſeja ſó apparente , quer verdadeiro.

Theod. Dizeis bem : ſempre o Sol a reſpeito de nós correſponde ora a hum Tropico , ora a outro , ora ao Equador ; ou ſeja porque verdadeiramente ſe move pela Eclitica, que vai de Tropico a Tropico ; ou , como ſuppõem os Copernicanos , porque a Terra com o movimento annuo , humas vezes volta o Equador para o Sol , outras hum Tropico , outras o outro.

Eug. Tenho percebido.

§. V.

Do Anno grande , feito pelo movimento periodico das Eſtrellas no ſyſtema Copernicano.

Theod. Reſta explicar o Anno grande ou Platonico , iſto he , o periodo proprio do movimento das Eſtrellas. Já diſſe que as Eſtrellas fixas ſe chamão aſſim , porque não tem o movimento proprio , e ſenſivel por differentes lugares do Ceo , aſſim como tem os Planetas e Cometas , apparecendo hoje n'um lugar do Ceo , e á ma-

manhá em outro differente : e por esta razáo se chamáo fixas. Porém os Astronomos obsérváo, como já disse (1) que tambem tem o seu movimento proprio á roda do eixo da Eclitica, e que gastáo nelle 25.920 annos, e que he de Poente para Nascente. Por causa deste movimento se observa huma cousa digna de reparo. No tempo de Hiparcho, o ponto do cruzamento, que havia entre a Eclitica e o Equador, correspondia ao ponto, que igualmente distava da constellação de *Aries*, e da de *Piscis* : de sorte, que o ultimo ponto de Piscis, ou o primeiro de Aries, era o cruzamento da Eclitica com o Equador: observa-se agora, que muitas Estrellas de *Piscis* já atravessárão o Equador; e todas as mais Estrellas de *Piscis*, e as de *Aquario*, e depois as de *Capricornio* iráo passando pelo Equador; e assim todas as demais que fórmáo o Zodiaco, até que, passados 25.920 annos, tornará a cortar o Equador o primeiro ponto de Aries. Ora este movimento no systema Ticonico he verdadeiro; mas no systema e hypothese Copernicana he só apparente : e o modo de o explicar eu o digo, deixai-me desenhar huma figura. Esta meza (*Estamp.* 5. *fig.* 3.) supponhamos que he o plano da Eclitica, por onde anda a Terra á roda do Sol, que está no meio : levantemos hum arame alto E I, que representa o eixo da Ecliti-

Est. 5. fig. 3.

(1) Tarde XXXI. §. VII.

tica, levantado perpendicularmente sobre ella, e o pólo E igualmente distante de todas as suas partes. Ponhamos a Terra aqui em M com o eixo de Norte N a Sul S inclinado ao plano da Eclitica, como disse. Consideremos huma linha *p q* parallela ao eixo da Eclitica, que atravesse a Terra pelo centro. Isto posto, haveis de saber que, ainda que eu disse ha pouco que o eixo da Terra N S, em qualquer parte que a Terra estivesse, sempre ficava parallelo a si mesmo; com tudo, isso não he assim, fallando com todo o rigor mathematico, alguma differença tem, posto que mui pequena: de sorte que se neste anno, quando foi o Solsticio de Verão, e estava a Terra em M, a ponta do eixo N estava em *a*, para o anno que vem já essa ponta N ha de ter andado hum pouco para a ilharga, e estará em *e*, e no outro anno em *i*, depois em *o*, &c.; ao mesmo tempo, a outra extremidade do eixo S fará o mesmo movimento, mas encontrado, seguindo os números que aqui escrevo 1, 2, 3, 4, &c. Este movimento porém he tão vagaroso, que as extremidades do eixo não farão hum circulo á roda da linha de pontinhos *p q*, senão passados 25.920 annos. Este movimento das extremidades do eixo da Terra he contra a ordem dos Signos, isto he, de Oriente a Poente. Adverti tambem que, supposta a inclinação do eixo da Terra, a respeito do plano da Eclitica,

tica, que como disse he de 66 gráos e meio, este mesmo eixo N S faz com a linha de pontinhos *p q* hum angulo de 23 gráos e meio, que he justamente o que vai desde o pólo do Norte no Ceo até o circulo Polar; e neste Circulo polar he que se termináo, como já disse, os pólos da Eclitica; e por conseguinte temos que este circulo de pontinhos *a e i o u*, que descreve o eixo da Terra, corresponde lá no Ceo a hum circulo semelhante ao circulo Polar. Ora deste movimento do eixo da Terra, que neste systema he real, nasce hum movimento nas Estrellas enganoso e apparente; porque como a linha *p q* he parallela a E I, as suas extremidades lá no Ceo distáo tanto entre si, como cá no plano da Eclitica; ora esta distancia (que he a do Sol á Terra) posta lá em huma tal altura, desapparece, e he como hum ponto: por esta razáo se a extremidade da linha E I corresponde lá no Ceo ao pólo da Eclitica, tambem a extremidade da linha *p q* corresponde sensivelmente ao mesmo ponto. Supposto tudo isto, quando o eixo da Terra N S se move á roda da linha *p q*, e a extremidade N faz hum circulo, que lá no Ceo corresponde a outro formado á roda de *p* pólo da Eclitica; os homens, que se movem com a Terra, erradamente julgáo que esse pólo da Eclitica *p* he quem descreve hum circulo em contrario á roda do ponto N, a que no Ceo corresponde o pólo da

Ter-

Terra. Por isso dizem que os pólos da Eclitica *p q* em 25. 920 annos correm todo o circulo polar á roda dos pólos ; porém he engano (dizem os Copernicanos) porque o pólo da Eclitica he fixo , e o pólo do Norte N he quem se move á roda delle. Tambem nasce daqui outro engano ; porque indo a extremidade do eixo da Terra N correndo successivamente todas as Estrellas que na distancia de 23 gráos e meio cercão o pólo da Eclitica , nós cuidamos que as Estrellas são as que se movem á roda do seu pólo *p* , para se virem chegando ao pólo do Norte N ; porém he engano ; por quanto o pólo do Norte he quem vai visitando e correndo todas essas Estrellas , que na realidade estão immoveis. Já daqui vedes como ás Estrellas , que distão do pólo da Eclitica 23 gráos e meio , damos erradamente movimento á roda desse pólo ; e como todas as mais Estrellas conservão com estas a mesma ordem , disposição , e distancia , a todas attribuimos o mesmo movimento á roda dos seus pólos ; porém he errado o discurso. Do mesmo modo , parece-nos que as Estrellas da Eclitica com o seu proprio movimento á roda do seu eixo vão successivamente passando pelo Equador que lhe fica inclinado : tambem he engano , porque movendo-se o eixo da Terra , tambem o Equador , que sempre faz angulo recto com elle , se ha de mover ; e o Equador com o seu movi-

mento he quem vai cortando a Eclitica em differentes pontos. Ultimamente deste movimento do Equador nasce outro effeito, a que chamão *Anticipação dos Equinoccios.* De sorte, que se, estando a Terra n'um determinado ponto da sua orbita, fez ahi o seu Equinoccio verno, em rigor não havia de tornar a fazer esse Equinoccio senão depois de dar huma revolução inteira, quando tornasse a chegar a esse mesmo ponto; porém na realidade acontece o Equinoccio algum tempo antes de chegar a Terra a esse lugar.

Eug. E porque motivo he isso?

Theod. O Equinoccio succede quando huma linha tirada do Equador de parte a parte vai parar ao Sol; se o eixo da Terra conservasse sempre o parallelismo a si mesmo nesse caso, sómente quando chegasse a acabar de todo a orbita annua he que o plano do Equador olharia direito para o Sol; mas como elle se torceo entretanto para o lado, tambem deo inclinação ao Equador, e por isso, algum tempo antes de chegar ao fim da orbita, já o Equador olha direito para o Sol, e temos Equinoccio na Terra antes do tempo; porém esta anticipação vale o que importa hum anno repartido por 25.920, que serão pouco mais de 3 minutos e 23 segundos, se me não engano. Eu bem sei que o tratar disto pertencia a outra parte, quando vos expliquei o movimento da Terra; porém agora fi-

cou-

cou-me mais facil a sua explicação depois de vos explicar o *parallelismo* do eixo da Terra.

Eug. Já vos tenho recommendado que guardeis aquella ordem, que virdes que he mais conducente á minha maior intelligencia.

§. VI.

Da causa das Marés.

Theod. Como nesta tarde determinei tratar dos effeitos, que nascem da postura que ha na Terra a respeito dos Astros, devo necessariamente tratar dos effeitos que nella causão o Sol e a Lua: e aqui entrão as Marés. *Marés* chamo eu á alternativa intumescencia, e detumescencia da agua do mar. A experiencia ensina a todos que no espaço quasi de 25 horas a agua do mar duas vezes sóbe a determinada altura, e duas vezes desce: chamão-lhe *maré cheia*, ou *preamar*, quando está na maior altura; e quando desce ao ultimo ponto, chamão-lhe *maré vasia*, ou *baixa mar.* Todos concordão que este effeito procede da Lua, porque segue o seu movimento: a difficuldade he dizer o modo, com que a Lua póde fazer subir, ou descer as aguas do mar. Alguns disserão que era por huma especie de fermentação ou fervura, que causava a Lua nas aguas do mar; porque lança-

çava de si certos effluvios, que achando a agua misturada com sal e betume, a fazia fermentar; e nesta fermentação forçosamente havia de crescer o volume; e nisto he que consistião as marés.

Eug. Essa explicação não parece má.

Theod. Muitos Filosofos a seguem; porém eu não me posso persuadir que seja verdadeira. Primeiramente porque, como já vos disse, não ha fundamento bastante para admittir esta copia quasi infinita de effluvios da Lua (1). Além disso, a Lua não póde mandar estes effluvios para os dous hemisferios de agua, que ficão a prumo debaixo della. Deixai-me formar huma figura com o Lapis, que ha de ser precisa (*Estamp. 5. fig. 2.*). Esta bola superior L representa a Lua, e a inferior T representa a Terra. Haveis de saber que nestes dous lugares P *p* ha maré cheia, porque ficão a prumo debaixo da Lua; a maré, que fica voltada para a Lua, chama-se *primaria*; a que fica na face opposta, chama-se *secundaria*; porém nos pontos *B b* ha maré vasia; e como a Lua vai voltando á roda da Terra, pontualmente vai a maré cheia correndo á superficie da Terra; e se agora aqui no Téjo he maré cheia, porque temos a Lua sobre nós, quando a Lua estiver no Horizonte *b*, então será maré cheia em B *b*, e maré vasia em P *p*. Tornaremos porém a ter maré cheia, quando a Lua estiver a pru-

Est. 5. fig. 2.

(1) Tarde XXIX. §. VII.

prumo debaixo de nós ; e tornaremos a ter maré vasia , quando vier nascendo no outro Horizonte B. Supposto isto , que a experiencia ensina , bem se vê que não podem as marés proceder de effluvios da Lua , que causem alguma fermentação nas aguas do mar ; porque como nos podem persuadir , que estes effluvios atravessão toda a Terra pelo seu meio , para virem fazer a fermentação , ou maré cá no hemisferio inferior ? Por certo que a agua , que fica aos lados , v. g. em *B b* , com mais razão receberia estes effluvios , do que a agua inferior que temos em *p* ; e nós vemos que em *B b* ha maré vasia , e cá no hemisferio inferior e opposto á Lua ha maré cheia. D'onde , quanto a mim , evidentemente se colhe que a causa das marés não he alguma effervescencia , que os effluvios da Lua causem nas aguas do mar.

Silv. Pois procedendo as marés do influxo da Lua , como ninguem nega , pois a seguem , que outra cousa se póde dizer sobre a causa das marés ? Eu bem vejo que essa difficuldade he grande ; porém a experiencia convence.

Theod. A experiencia só mostra que a Lua he causa das marés ; porém não ha experiencia que prove esses influxos , nem effluvios.

Silv. Se a Lua causa as marés , como não influe ? Eu não sei como sem esses influxos possa fazer cá nas aguas algum effeito.

Theod. Des-Cartes o explicou por hum modo

do

do bem engenhoſo , poſto que , quanto a mim , falſo. Diz que á roda da Terra , n'um perpétuo vortice , gira huma rapida e immenſa torrente de materia ſubtil : eſta materia quando achar a paſſagem mais eſtreita , he forçoſo que opprima os obſtaculos que de huma e outra parte lhe apertão o caminho. Eſtando a Lua a prumo em ſima de nós , com o ſeu volume occupa eſpaço grande ; e já a torrente de materia , que quer paſſar por entre a Terra e a Lua , acha o caminho mais eſtreito , e opprime as aguas do mar ; porém ellas opprimidas no mar largo , que fica a prumo debaixo da Lua , neceſſariamente hão de creſcer para as bordas da praia , e a iſſo chamão maré cheia. Ao meſmo tempo com a força , que faz eſta torrente de materia , ha de affaſtar hum pouco do ſeu lugar a Terra , e ficará menor a diſtancia entre ella e a orbita da Lua pela parte inferior ; e por iſſo ao paſſar por baixo a torrente de materia ſubtil , achará tambem o caminho apertado ; e as aguas opprimidas tambem creſcerão , e traſbordarão para as ilhargas , formando neſſes ſitios outra *maré cheia* , correſpondente á *maré cheia* , que fica da parte da Lua. Pelo contrario , paſſando a Lua deſſe lugar , que tinha ſobre nós , e deſcendo até o Horizonte , já as aguas do mar ficão livres da ſua oppreſsão , e as que tinhão ſubido ás praias , deſcahem a occupar o ſeu lugar antigo , ſendo então maré vaſia.

Eug.

Eug. Ora alli tendes, Silvio, huma explicação bem admiravel, com que se entende como a Lua causa as marés, sem haver influxo nenhum.

Silv. Eu não admitto esses turbilhões, e vortices de materia subtil.

Theod. Nem eu tambem; por isso não sigo este systema, posto que o confesso engenhoso. Além de que, ainda admittidos esses turbilhões, me parece que não podião causar as marés; primeiramente, porque esses turbilhões levão comsigo a Lua, fazendo-a girar á roda da Terra, assim como as aguas de huma torrente levão comsigo hum barco: e sendo isto assim, não póde a Lua apertar o caminho, por onde haja de passar essa materia. Demais, que se a orbita da Lua fosse huma abobada solida, e impenetravel, então como a materia subtil não podia passar por sima da Lua, forçosamente havia de encontrar mais estreito o caminho entre ella e a Terra; porém isto bem vedes que he falso. Mais: ainda nesse caso mais facil era á materia subtil traspassar as aguas, do que opprimillas de fórma que as fizesse subir para as praias, e abalar do seu lugar toda a Terra em pezo, para ficar mais estreito o caminho entre ella e a orbita da Lua pela parte inferior. Em fim mostra-se evidentemente que he falso o abaterem-se as aguas; porque passando a Lua a prumo sobre muitas praias, que se encontrão na Zona Torrida, nunca até

aqui

aqui se observou, que ahi abaixassem as aguas, antes se conhece que constantemente sobem ao passar da Lua por sima.

Silv. Eu não sou Carteziano, não me importa o soltar essas difficuldades. Mas dizeime vós o que seguis neste particular.

Theod. Eu como *these* não sigo nada; isto he, não digo que as cousas são deste ou daquelle modo; porém como *hypothese*, ou supposição, agrada-me a sentença dos Newtonianos. O seu systema he este. Já sabeis que admittem mutua e geral gravidade, ou attracção entre a Terra e os Planetas: tambem sabeis, que esta attracção he maior quando os corpos estão mais chegados, de sorte que cresce, conforme já vos disse, na razão inversa dos quadrados da distancia. Vamos agora á mesma Estampa (*Estamp.* 5. *fig.* 2.), que vos mostrei ha pouco. Nesta linha, que desde a Lua atravessa a Terra, notai tres pontos P, T, *p*; isto he o centro da Terra, e o ponto da superficie superior mais chegado á Lua, e o ponto do hemisferio inferior mais distante della. Como estes tres pontos tem mui diversa distancia da Lua, tambem ha de ser mui diversa a força, com que a Lua os attrahe, pois cresce a força da attracção á proporção que diminuem os quadrados das distancias; e assim sabe-se, que se no ponto *P* mais proximo á Lua a attracção vale 3.721, no centro T vale 3.600, e no ponto ultimo *p* vale sómente 3.481; porque esta he

Est. 5. fig. 2.

he a razão, que ha entre os quadrados das distancias da Lua 61, 60, 59. Nisto concordareis facilmente, supposto o que fica dito n'outros dias. Ora attrahindo a Lua estes tres pontos, postos em huma linha recta, porém o primeiro mais fortemente que o segundo, e o segundo mais fortemente que o terceiro, necessariamente os ha de separar entre si, senão estiverem prezos mutuamente. Mas as aguas não estão ligadas; e por isso as que ficão mais proximas á Lua sóbem mais, affastando-se do centro da Terra, e isso he *maré cheia*; e como pela mesma razão attrahe o centro da Terra mais, do que as aguas inferiores, que ficão em *p*, tambem separa mais o centro da Terra dessas aguas, ou essas aguas do centro da Terra, e ficando ahi mais distantes do centro da Terra, ficão mais altas; e he outra *maré cheia*. Eis-aqui como sempre ha *preamar*, não só na superficie superior, mas na inferior, naquelles lugares que correspondem á Lua por linha recta. Nos outros lugares porém, como não ha causa que faça subir as aguas, he maré vasia. Dizei-me, que vos parece deste systema?

Eug. Não posso deixar de dizer que o acho mui engenhoso.

Theod. Mas huma difficuldade tem contra si na maré inferior, que he a que em todos os systemas custa mais a explicar; porque as aguas inferiores se achão, conforme a este systema, attrahidas por duas causas;

hu-

huma he a Lua, outra o centro da Terra; com a attracção a que chamamos pezo das aguas. De sorte que, ainda no caso que a Lua por nenhum modo attrahisse as aguas inferiores, sempre estas seguirião o centro da Terra para qualquer parte que elle fosse arrebatado ou attrahido, do mesmo modo que quem puxar por hum navio trazendo-o a reboque, o escaler ou bote que vem prezo ao navio pelo cabo, seguirá por toda a parte ao navio, ainda que immediatamente não puxem por elle. Deste mesmo modo, como o centro da Terra attrahe as aguas todas, que banhão a sua superficie em redondo, ainda que a Lua não attrahisse por nenhum modo as aguas inferiores *p*, huma vez que attrahisse o centro da Terra, as aguas inferiores o seguirião tão de perto, como se elle estivesse immovel; assim como o bote segue o navio na mesma distancia, quer elle seja attrahido, quer o deixem em socego. Da parte superior a attracção da Lua milita contra a attracção do centro da Terra; a attracção da Terra puxa as aguas para baixo, a da Lua para sima: e d'aqui resulta ficar a gravidade das aguas menor, e subirem para sima, separando-se algum tanto do centro da Terra. Porém no hemisferio opposto á Lua concorrem a attracção do centro da Terra, e da Lua a puxar as aguas para a mesma parte, e parece que devia então ser ahi a maré vasia. Se a Lua não attrahisse essas aguas

in-

inferiores *p* , ellas por virtude da attracção terrestre, ou pezo proprio, se conservarião na mesma distancia do centro , que terião, se não houvesse Lua , que seria a mesma que nos lados , por força do equilibrio dos liquidos ; mas como na realidade tambem chega ás aguas inferiores a attracção da Lua, ainda que menor do que do centro , sempre deve obrar algum effeito , e mover as aguas para essa parte ; ficaráõ logo as aguas mais baixas do que nos lados *B b* , e teremos hum grande *baixa mar.* Ainda quero pôr isto em termos mais claros. Supponhamos que a attracção da Terra a respeito das aguas da sua superficie em redondo vale 100 ; se não houvesse Lua, sendo em toda a redondeza da Terra igual esta attracção , em toda a superficie ficarião as aguas equilibradas, isto he na mesma distancia do centro (prescindamos do movimento diurno da Terra , que os Newtonianos admittem). Ponhamos agora a Lua a prumo sobre P ; e imaginemos que a attracção da Lua no centro T vale 10 , no ponto superior P valerá 11 , e no ponto inferior *p* valerá 9. Isto posto , em P as aguas experimentão a attracção como 100 , que as puxa para o centro, a attracção como 11 que as puxa para sima ; segue-se que ficaráõ mais separadas do centro , como se só valesse o seu pezo ou attracção 89 gráos; pois he cousa sabida que quando hum mesmo corpo experimenta attracção para partes op-

oppostas, a menor se desconta da maior; e descontando 11, que tanto vale a attracção da Lua, de 100, que he a attracção da Terra, ficão 89. Vamos agora ao hemisferio opposto. Em *p* tem as aguas força como 100, com que são attrahidas para o centro da Terra; tem além disso attracção como 9, com que são puxadas para a Lua; e como a Lua, e o centro da Terra lhes ficão da mesma parte, huma força se ajunta á outra, e devem-se mover as aguas, como se por huma só causa fossem attrahidas com força 109. Deste modo ficão as aguas em sima attrahidas para o centro da Terra com força 89, nos lados *B b* attrahidas com força 100, em baixo attrahidas com força 109; e d'aqui segue-se, que em P haverá *maré cheia*, em *B b maré vasia*, e em *p* huma maré muito mais vasia; pois aqui com muita maior força se chegaráõ as aguas para o centro da Terra.

Silv. Supposto isso, como dizeis vós que achais esse systema engenhoso?

Theod. Summamente engenhoso: e a esta difficuldade se responde maravilhosamente, e fica o systema em pé: deve-se a resposta ao nosso Grande Bento de Moura Portugal. Já sabeis que a Terra, e Lua girão em 27 dias e meio á roda do centro commum, que fica entre ambos, como já vos disse (1) fallando do modo de pezar a Lua.

Eug. Bem me lembro. Eis-aqui as figuras (*Es-*

(1) Tarde XXXIII. §. V.

(*Estamp.* 4. *fig.* 4.) que vós fizestes para me explicar este ponto.

Est. 4. fig. 4.

Theod. Dellas mesmas me servirei agora. Vamos a esta figura (*Estamp.* 4. *fig.* 5.). Aqui vedes que no mesmo tempo, em que a Lua L faz hum giro grande á roda do centro commum C, a Terra T faz hum giro pequeno á roda do mesmo centro commum. Isto he certo (1). Ora tambem he certo, que todo o corpo, que se move em giro á roda de al-

Est. 4. fig. 5.

(1) Nas impressões precedentes fazia eu o calculo, dando á Lua hum pezo 39 vezes menor que a Terra, o que obrigava a pôr o centro commum meio raio fóra da Terra, conforme o calculo de Gravesande. Como porém depois da passagem de Venus se dá á Lua hum pezo 71 vezes menor que o da Terra, se póde fazer o calculo deste effeito do modo seguinte.

1.° Quando as forças da Attracção da Lua e Centrifuga a respeito do centro commum forem para a mesma parte o movimento das aguas no mar, deve ser igual a somma de ambas; e quando forem para partes oppostas, deve seguir á maior, depois de descontar a menor.

2.° A força da Attracção he na razão inversa dos quadrados das distancias da Lua a varios pontos da Terra: as distancias são 59, 60, 61 semidiametros da Terra, cujos quadrados são 3.481, 3.600, 3.721, medida das 3 forças da Attracção, as quaes reduzidas a números menores, são com pouca differença como 36 no centro, 37 na face proxima, e 35 na face remota.

3.° Como o centro da Terra não se chega,

algum centro, tem força centrifuga; e todas as partes deſſe corpo forcejão a fugir do centro á roda de que ſe revolvem. D'aqui ſe ſegue que as aguas, que rodeião a Terra, hão de fugir do centro commum, mais ou menos, conforme diſtarem delle. No centro da Terra, comparando a força centrifuga a reſpeito do centro commum C com a força da attracção para a Lua L, ficão em equilibrio; e por iſſo nem o centro da Terra foge mais da Lua, nem ſe chega mais para ella. Porém no ponto *i*, que he a ſuperficie do Mar mais vizinha á Lua, he maior a attracção do que no centro, e puxa as aguas para a Lua, fazendo maré cheia: pelo contrario no ponto *a* do hemisferio op-

poſ-

nem ſe affaſta mais da Lua, são iguaes ahi as forças com que a Lua o attrahe, e com que elle quer fugir do centro commum; e ſe a força de Attracção he 36, a Centrifuga tambem ſerá 36.

4.° Dando a Lua hum pezo 71 vezes menor, repartamos 60 raios por 72, e fica o centro commum para dentro da ſuperficie da Terra na face proxima á Lua, diſtante della 172 leguas portuguezas: e longe do centro da Terra 859; e diſtante da face da Terra oppoſta á Lua 1.890, e por eſtas diſtancias ſe devem medir as forças Centrifugas neſſes tres pontos, iſto he, no centro da Terra, na face vizinha á Lua, e na face remota, os quaes números com pouca differença ſe reduzem a eſtes menores 7, 36, 79.

5.° Combinando agora o effeito deſtas forças, temos no centro duas forças contrarias

oppoſto á Lua, a força centrifuga das aguas he maior que no centro, por ſer mais diſtante; e ha de ſer menor a attracção da Lua que já fica mais longe; e por eſte modo fugiráõ as aguas do centro commum, e iſſo he fugir tambem do centro da Terra, que lhes fica da meſma parte; e haverá outra *maré cheia*. Suppoſto tudo iſto, ſe desfaz a difficuldade: ſe no hemisferio oppoſto á Lua não houveſſe alguma attracção da Lua, a força centrifuga das aguas a reſpeito do centro commum as faria fugir muito do centro da Terra, e formaria huma maré muito grande; porém como lá chega a attracção da Lua, detem a agua, e faz huma maré mais pequena.

Eug. Tenho entendido perfeitamente.

Theod. Agora quero accreſcentar outra circumſtancia mui digna de advertir-ſe. A maré cheia, que ſe faz no hemisferio voltado

iguaes, e o effeito he nada: na face proxima á Lua temos duas forças que concordão, e o effeito deve ſer igual á ſomma d'ambas: e as aguas devem ir para a Lua com ambas as forças: na face remota deve a força centrifuga maior, deſcontada a força da attracção menor, dar movimento ás aguas, affaſtando-as do centro da Terra, e da Lua. A medida deſtes effeitos he a ſeguinte.

Attr. Face prox. 37 Centr. 36 Fac. rem. 35.
Forç. centrif. Fac. pr. 7 Centr. 36 Fac. rem. 79.

Effeitos.

Face prox 37, mais 7, dá 44 de maré primeira.
Centro - 36, menos 36, dá nada.
Face rem. 79. menos 35, dá 44 de maré ſegunda.

para a Lua, não só he effeito da attracção da Lua sobre esse lugar *i*, mas tambem he principalmente da attracção da Lua nas ilhargas da Terra *b b* (*Estamp.* 4. *fig.* 5.): advertencia do nosso Bento de Moura. He bem verdade que a attracção da Lua he mais forte no lugar *i*, que lhe fica a prumo; porém não póde mover tanto as aguas, porque milita diametralmente contra a sua gravidade; porém nos lados *b b* a attracção da Lua não he contraria á direcção da gravidade das aguas. O pezo das aguas impelle-as para o centro da Terra pela linha *b T*, a attracção da Lua he pela linha *b L*; e como a attracção da Lua não fica embaraçada pela gravidade das aguas, move-as muito, fazendo-as rolar pela superficie da Terra. Ora puxando as aguas de hum lado, e do outro, vem de huma e outra parte ajuntando-se para o meio, e fórmão hum montão de aguas muito grande, e huma maré muito maior do que faria só a attracção da Lua sobre essa agua *i*.

Est. 4. fig. 5.

Eug. Mas na parte opposta como se fórma a maré?

Theod. Tambem deve attribuir-se não só á força centrifuga dessas aguas em *a*, mas tambem concorrem para essa maré as aguas dos lados *b b*, que por causa da força centrifuga pertendem fugir do centro commum C pelas linhas *b m*, *b n*; mas como o centro da Terra as puxa pela linha *b T*, obedecem as aguas a ambas as forças, rolando pela superficie da Terra; e concorrendo

de

de huma e outra parte, se vão ajuntar no ponto *a*, formando segundo *preamar.* Aqui tendes a causa das *marés cheias*: e d'aqui mesmo se colhe que em *b b* ha de haver grande *baixa-mar*, ou maré vasia; pois fugindo as aguas de *b b*, humas para a parte da Lua por causa da attracção, outras para a parte opposta por causa da força centrifuga, em ordem a formar as marés cheias, em *a*, e em *i*, naturalmente ha de haver huma grande falta de aguas ou *baixa-mar* em *b b*: isto he nos dous lugares que ficão em *quadratura* com a Lua.

Silv. Eu não posso dar voto neste ponto, porque joga com leis de movimento, em que não sou professor; porém, conforme o que temos tratado, acho-o muitas vezes bom.

Theod. Eu confesso que no systema Newtoniano não acho explicação que mais me agrade; e fóra deste systema nada me parece verosimil, quanto a este ponto. Que dizeis, Eugenio?

§. VII.

Das circumstancias particulares, que se observão nas marés.

Eug. QUando vos agrada a vós, que podeis descubrir difficuldades, que eu não vejo, que será a mim, que tenho menos luz, e mais facilmente me levo da primeira apparente belleza das cousas. Mas desejo saber, se neste mesmo systema me podeis dar a razão de algumas diversida-

des, que se observão nas marés; porque humas vezes são muito grandes, outras não.

Theod. Nas Luas novas, e Luas cheias são marés maiores, e lhe chamão *Aguas vivas*; quando sobe a agua a muito maior altura no *preamar*, e desce muito mais no *baixamar*; e assim deve ser, porque assim como a Lua attrahe as aguas, assim as attrahe tambem o Sol; porém a maré que se attribue ao Sol he mui pequena, por causa da grande distancia deste Astro: ora nas Luas novas, como o Sol, e a Lua ficão pela mesma linha a respeito da Terra, concorre a attracção do Sol com a da Lua; e se o Sol havia de levantar as aguas por 3 palmos, e a Lua por 10 ou 11, concorrendo ambas as attracções, sobem as aguas 13 ou 14 palmos; e havendo nas marés cheias maior volume de aguas, forçosamente nos lugares, donde vem essa agua e fica vasia a maré, ha de haver maior falta de agua, e mais sensivel baixa-mar.

Silv. Porém nas Luas novas não só he mui grande a maré no hemisferio correspondente á Lua e Sol, mas tambem no hemisferio opposto; e ahi não ha attracção do Sol que augmente a maré.

Theod. Todas as vezes que hum corpo se move á roda de algum ponto, sempre tem força centrifuga; e no systema Newtoniano, movendo-se a Terra á roda do Sol na orbita annua, tambem tem sua força centrifuga, que pouco mais ou menos he igual á força da attracção do Sol. Pelo que, o Sol

Sol só por si mesmo, náo havendo Lua, sempre faria duas marés, huma ao meio dia na face voltada para o Sol, outra á meia noite na face opposta: a maré do meio dia seria causada pela attracção do Sol; e a maré da meia noite seria causada pela força centrifuga das aguas a respeito do Sol. Vamos agora á conjunção do Sol com a Lua nas Luas novas: ajunta-se a attracção do Sol com a da Lua, e fazem huma maré mui grande na face que fica para o Sol; e ajunta-se a força centrifuga das aguas a respeito do Sol com a força centrifuga a respeito do centro commum, e fazem huma maré grande na face opposta á Lua e ao Sol.

Silv. Tenho entendido.

Eug. E na Lua cheia como succede isso?

Theod. Como então o Sol, a Lua, e a Terra ficáo na mesma linha, o Sol v. g. no Poente, e a Lua no Nascente, concorre a attracção do Sol com a força centrifuga da Lua; e a força centrifuga do Sol concorre com a attracção da Lua: de sorte, que a maré cheia *primaria* do Sol sempre concorre com a maré cheia *secundaria* da Lua; e a *primaria* da Lua concorre com a *secundaria* do Sol, e por isso são tão grandes. Ora nos quartos da Lua são as marés mui pequenas, porque concorre a maré vasia do Sol com a maré cheia da Lua; e se a Lua havia de levantar a agua por 11 palmos, devemos descontar os 3 palmos de maré vasia do Sol, e ficáo só 8 palmos: e pela mes-

mesma razão as marés vasias são mais pequenas ; porque havendo de descer a agua por causa da Lua 11 palmos , como ahi concorre a maré cheia do Sol , que são 3 palmos , só desce a agua por 8.

Eug. Já entendo ; e vejo que tudo concorda admiravelmente. Porém os maritimos observão no anno dous tempos , em que as marés são extraordinariamente grandes ; e chamão-lhe *cabeças d'aguas* , se me não engano.

Theod. São em Março e Setembro ; e procedem de que os dous Astros Sol e Lua se encontrão perto do Equador. Nós se puzessemos o Sol e a Lua nos pólos , nenhuma maré haveria ; porque em todas as partes de qualquer parallelo ao Equador estaria a agua na mesma altura , e com a revolução diurna da Terra as praias sempre olharião a Lua ou Sol do mesmo modo , e sempre terião a mesma altura de agua. Logo quanto mais formos trazendo os Astros até o Equador , maiores serão as marés. Eis-aqui porque nas conjunções , que succedem perto dos Equinoccios , são maiores que nunca as marés ; porque cada hum dos Astros obra por linha mais proporcionada a esse effeito.

Eug. Não sei que tem isto de levar as cousas desde os seus principios , que todas as circumstancias , ainda as mais miudas , vão nascendo naturalmente.

Theod. Advirto agora duas cousas , que mere-

re-

recem attenção : huma he , que a maior força das marés não he rigorosamente no dia da *Lua nova*, ou *Lua cheia*, mas dous dias depois : e a razão he , porque o balanço das aguas ganhado n'umas marés vai facilitando o movimento dos outros que se seguem , ainda que nellas já seja menor a força da attracção ; como com effeito já he menor nos dias que vão da Lua nova para diante. A outra cousa he ; que tambem a maior altura da maré não he no ponto , em que a Lua toca no Meridiano desse lugar , mas duas ou 3 horas depois. A razão que dão os Newtonianos he esta. A Lua supponhamos que está agora no Meridiano de Lisboa ; attrahe e puxa para este Meridiano , não só as aguas que ficão para o Poente , mas as que nos ficão ao Nascente : estas aguas , que ficão ao Nascente , vem vindo para nós por força da attracção da Lua ; mas ao mesmo tempo , como neste systema a Terra se revolve de Poente para Nascente , as aguas levão movimento para o Nascente : supposto isto , sendo estas aguas do Meridiano levadas pela Terra com impeto para o Nascente , e puxando a Lua as de lá para cá , mutuamente se hão de encontrar ; e fazendo hum grande montão de aguas , farão huma maré mui cheia no lugar que diste algum tanto do nosso Meridiano para o Nascente , pelo qual já a Lua tinha passado duas ou tres horas antes.

Silv.

Silv. Essa explicação he engenhosa.

Eug. E suppostos os principios, he naturalissima.

Silv. Mas eu tenho ouvido dizer que junto de Bristol sobem as marés a 45 pés de altura; que n'outras partes he quasi insensivel; e n'outras he mediana. De que podem nascer estas desigualdades?

Theod. Se a Terra toda fosse igual, não haveria essa diversidade nas marés; porém a desigualdade dos sitios faz grande desigualdade no movimento das aguas. As marés, que nós aqui experimentamos no Tejo, não são tanto procedidas immediatamente da attracção da Lua aqui, como da communicação do Tejo com o Oceano: do mesmo modo no Mediterraneo, que he hum grandissimo tanque de agua, não podem haver marés senão participando-lhes o Oceano o augmento das aguas no tempo do *preamar*; porém sendo o Mediterraneo hum tanque immenso, cuja bocca he o Estreito de Gibraltar, por muita agua que por esse estreito entre no tempo de 6 horas, não póde ser mui sensivel repartida por todo o Mediterraneo: acabadas as seis horas, como no Oceano ha *baixa mar*, começa a sahir do Mediterraneo a agua que tinha entrado; e deste modo só nos lugares vizinhos ao Estreito será a maré mais sensivel. Tambem não póde ser sensivel onde não houver ponto fixo para se conhecer a altura da agua; eis-aqui porque no mar largo

se

se não podem perceber. Tambem quando for tal a agitação das ondas, que se não conheça bem o nivel das aguas, não se póde perceber a maré; mas de ordinario sobem a maior altura, do que pedia o nivel com o Oceano, porque correm com impeto, e sobem muito além do que devião subir pelas leis da attracção, ou força centrifuga. Ultimamente como huns lugares tem communicação subterranea com muitos outros, naturalmente crescendo lá a agua a maior altura, pelas leis do Equilibrio, devem crescer tambem naquelles com quem occultamente se communicão; e deste modo podem haver muitas marés dentro em 24 horas. N'outras partes ha varias enseiadas ou estreitos, varias serranias de rochedos debaixo da agua, varios ventos, que soprão com esta ou aquella direcção, e fazem grande perturbação na corrente das aguas, e por conseguinte nas marés.

Eug. Só me fica que perguntar, porque se demorão as marés tres quartos de hora de hum para outro dia.

Theod. Como seguem o movimento da Lua, e esta anda para o Nascente mais ligeira que o Sol, quando o Sol torna ao Meridiano, ainda faltão 50 minutos para chegar á Lua; e só então torna a ser a *maré cheia*, que segue a Lua. E por ora basta de Filosofia, que allás tem durado a conferencia. A' manhã trataremos do que resta.

TAR-

TARDE XXXV.

Do Globo da Terra considerado em si mesmo, e da sua Atmosfera.

§. I.

Da Terra firme e seus montes, e das conchas do mar que nelles se achão.

Theod. HOje temos que dar hum vasto passeio pelo mundo todo; e havemos de correr a Terra para hum e outro lado, cruzar todos os mares, descer aos mais profundos abysmos, e subir ás mais altas montanhas: visitaremos a região dos ventos, e sobre as nuvens caminharemos com o discurso.

Silv. Grande passeio he para huma tarde; preciso he levar passo mais ligeiro: naturalmente ficareis mui cançado.

Theod. Tempo bastante me resta para descançar, pois he a ultima vez que o meu discurso caminha sobre estas regiões.

Eug. Não me useis dessa palavra *ultima*, que acho nella hum não sei que, que me fere vivamente a alma. Rogo-vos que sem mais exordio entremos na conversação.

Theod. Já considerámos a figura esferoide da Terra, como effeito da sua revolução no sys-

ſyſtema Copernicano : já fallámos da regúlar deſigualdade das marés, como effeito da diverſa poſtura do Sol e da Lua ; convém agora examinar mais miudamente as partes mais notaveis da ſuperficie da Terra. Por toda ella achamos Montes e Valles : eſtes montes, quando por toda a parte eſtáo cercados de agua, chamáo-ſe *Ilhas*; e os valles quando eſtáo cheios de agua, e por toda a parte cercados de terra, chamáo-ſe *Lagos.* Se os montes, que naſcem do fundo do mar, náo chegáo a botar fóra das aguas os ſeus cabeços, sáo os baixos que encontráo os deſacautelados Pilotos. Náo vos farei huma deſcripçáo Geografica dos mares e ilhas, como nem dos montes e lagôas, que para iſſo ahi eſtáo os Mappas. Vou ao officio de Filoſofo, que he dar a razão dos effeitos, que neſtas couſas ſe obſerváo. Haveis de deſejar ſaber o meu penſamento ſobre a divisáo primitiva entre a Terra firme e o Mar, e ſobre a origem dos montes. Algum dia imaginava que a Terra no ſeu principio fora ſenſivelmente liſa, e toda cercada de agua, como o ſuppõe a Eſcritura (1) ; e quando a palavra de Deos mandou juntar as aguas em hum lugar, entáo com hum Terremoto univerſal Deos abalára toda a Terra, e fizera ſobre ſahir os montes ; aſſim como tem moſtrado a experiencia que Terremotos

(1) Gen. 1. 9 *Congregentur aquæ, quæ ſub Cœlo ſunt in locum unum, & appareat arida.*

tos mui grandes fizerão nafcer do fundo do mar alguns montes, cujos cabeços levantados fóra das aguas são hoje ilhas mui grandes. Sendo isto assim, as aguas obrigadas pela sua fluidez, correrião para os valles, ficando deste modo separada a *Terra firme* do que hoje chamamos *Mar* (1). O fundamento desta conjectura era bem patente; porque não era crivel que Deos até alli, com huma acção milagrosa, tivesse as aguas sem equilibrio, cubrindo a mesma desigualdade dos montes, e valles com huma superficie fluida e desigual: tambem não he crivel que a agua pudesse cubrir os mais altos montes, ficando ao nivel com a que cubrisse os valles; porque isso pedia huma quantidade de agua incrivelmente maior, que a que agora temos; e não apparece motivo para crer que Deos a anniquilou, pois era hum modo de obrar mui pouco decente á Sabedoria de Deos. Já houve quem disse que a Terra tinha dentro em si grandissimas concavidades, e que Deos com esta palavra arrombára as portas dessas immensas cisternas, até então vasias; e que, entrando as aguas a occupar esse lugar, forão abaixando em toda a superficie da Terra; e deixando apparecer a que era mais alta, que hoje chamamos *Terra firme*, depois de occupar todas essas concavidades, só apparecèra sobre os valles mais profundos, que hoje chamamos *Mar*. Ainda

(1) Lasaro Moro lib. 2. *de Crostaceis* cap. 29.

da se póde dizer outra cousa, que me não parece digna de desprezo. Bons Authores áquellas palavras da Sagrada Escritura: *Poz Deos o Firmamento no meio das aguas, para dividir as aguas, que estão em sima das que ficárão em baixo*, dão a explicação que vos disse poucos dias ha: e entendem por *Firmamento* a região do Ar, que na frase das Escrituras se chama Ceo; e por *aguas superiores* entendem as nuvens, as quaes, como hoje vos direi, não são outra cousa senão agua. Assentando nisto, póde-se dizer que as *aguas inferiores*, nesse dia tambem não tinhão a fórma de agua como agora, mas sómente a fórma de vapor grosso, ou nuvem mui espessa. Nós hoje, quando a Nevoa he mui grossa e pezada, a vemos como assentada sobre os valles; pois assim cubrião as aguas então toda a superficie da Terra, montes e valles. Mandou o Senhor Deos que se juntassem as aguas inferiores n'um lugar, e deixassem apparecer a Terra firme; e logo se reduzio a nevoa a agua fluida: correo para os valles, nelles se accommodou, e deixou ver os montes, e a Terra firme, que ficava mais alta. Porém julguem deste ponto os Entendidos, que eu quero expôr-vos brevemente a sentença de Mr. Buffon na sua admiravel obra da Theorica da Terra (1). Elle segue que a maior parte dos montes,

(1) Histoir. Natur. Tom. I. pag. 97. quarta Edição in 12. an. 1751.

tes, que hoje conhecemos, tiverão a sua formação pelo discurso de tempo mui dilatado. Preciso me he pôr em ponto mui pequeno o seu systema; o que he impossivel fazer, sem lhe tirar muita parte da sua belleza: mas assim he preciso.

Eug. Não sabeis quanto me affligem os apertos do tempo, em que as circumstancias nos tem posto. Mas eu vos não interromperei sem causa mui grave, para o poupar.

Theod. Em todos os montes, como tambem nos valles e planicies, se observão diversas camadas ou bancos de barro, de terra, de arêa, de saibro, de cré, de pedra, &c. e estes bancos ou camas diversas, conservão cada huma dellas a mesma grossura por todo o seu comprimento, o qual ás vezes chega a muitas leguas. Tambem se observa, que estes diversos bancos tem huma postura parallela entre si: de sorte, que se o primeiro está horizontal, horizontaes vão todos os outros que sobre elle assentão; se o primeiro vai inclinado, inclinados vão todos os outros, e com igual inclinação. Até nos mesmos montes de rocha viva se observão diversos bancos entre si parallelos. E já d'aqui se infere que a formação destes montes, como nós hoje os vemos, não foi por causa tumultuaria, como v. g. Terremoto; porque não era possivel então guardar-se esta ordem e proporção entre todas as diversas camas ou bancos de que se compõem. O que se con-

fit-

firma pela confusão, que achamos no interior dos montes, que nascèrão de semelhante causa. Tambem se observa constantemente que em toda a parte, não só nos valles, mas ainda no coração dos montes e nos seus cumes, se encontrão muitas conchas e producções do mar: alguns peixes inteiros, e muitos esqueletos seus convertidos em pedras; mas que no seu feitio nenhum escrupulo deixão a quem se persuade que forão algum dia habitadores das aguas. Eu tenho visto innumeraveis amejoas, brebigões, e outros mariscos convertidos em pedra, e em lugares de certão, e altos. Sei que tambem nelles se achão muitas arvores de coral petrificadas; e isto que digo, he constante por toda a parte em que se tem cavado, e feito observações (1); e estes mariscos se achão ás vezes dentro dos mesmos rochedos; e elles por dentro cheios da mesma materia que os cérca. A's vezes se achão em profundeza de 1.800 palmos (2): outras vezes he huma quantidade tão prodigiosa, que merece toda a attenção, ainda do homem menos reflexivel: porque Mr. de Buffon (3) affirma que estes bancos semeados de mariscos se estendem muitas vezes por cem, e por duzentas leguas de comprido, que ás vezes tem de grossura 50, ou 60 pés. O

(1) O mesmo pag. 109.
(2) O mesmo pag. 112.
(3) O mesmo Tom. I. pag. 389.

O que de huma só vez vos obrigará a formar a idéa justa, he o que se refere na Historia da Academia (anno de 1720. pag. 5.). Em Turena 36 leguas distante do mar se acha huma mina prodigiosa destas conchas, sem mistura de outra materia, que se estende por nove leguas quadradas, e de altura se lhe conhecem mais de 27 palmos; e talvez tenha muito maior altura: que me dizeis?

Silv. Eu estou tão admirado, que ainda me he preciso forçar o entendimento a crer isso, não obstante ser huma cousa test ficada na face de todo o mundo por hum corpo de sabios tão serio, e tão grave como a Academia Real de París.

Eug. E quem levou ahi tão prodigiosa multidão de conchas?

Theod. A consequencia immediata e necessaria, que daqui se tira, he que por esses lugares andárão as aguas do Mar.

Silv. Isso foi sem dúvida obra do Diluvio universal.

Theod. Essa he a commua opinião; porém he daquelles, que neste ponto não tem meditado com vagar: eu segui isso algum dia. Mas com evidencia se mostra que o Diluvio não podia metter as conchas, e peixes lá pelo coração dos montes, muitas vezes de mil e oitocentos palmos abaixo da superficie da Terra; e muito menos introduzillas dentro dos mesmos rochedos. Além de que, não he crivel que vivessem

em

em hum mesmo tempo todos esses mariscos, cujos despojos, ou conchas se achão juntos, e fórmão 130 contos, ou milhões de braças cubicas, dando a cada braça 9 palmos, que tanto e muito mais importa a mina de Turena (1); e como as aguas do Diluvio só durárão sobre a face da Terra pouco mais de hum anno, não se lhe póde attribuir este effeito.

Silv. Pois como discorreis vós?

Theod. Discorre Mr. de Buffon de outro modo; e quer que tenha havido grandissima mudança no Globo da Terra, de sorte que grande parte do que hoje he Terra firme, muitos annos fosse Mar; e pelo contrario, muita parte do que hoje he habitação de peixes, fosse algum dia região de homens. Já em outro tempo este foi o discurso de muitos antigos (2), como bem nota o *Buffon*, e docemente o cantou Ovidio (3). E fallando particularmente do Mar

(1) Histor. da Academ. an. 1720. pag. 6.

(2) *Conchulas, arenas, buccinas, calculos varie infectos frequenti solo, quibusdam etiam in montibus reperiri, certum signum maris alluvione eos coopertos locos volunt Herodotus, Plato, Strabo, Seneca, Tertullianus, Plutarchus, Ovidius & alii.* Dausqui de Terra & Aqua pag. 7.

(3) *Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus.*
Esse fretum; vidi factas ex æquore terras,
Et procul a pelago conchæ jacuere marinæ.
Ovid. Metamorph. l. 15.

Mediterraneo, testificão *Strabão* e *Diodoro* de Sicilia, que antigamente não o havia, e era Terra firme. Prudentemente se crè, que alguma causa accidental, como v. g. algum violento terremoto, abrio no Estreito de Gibraltar alguma pequena passagem á agua do Oceano, muito mais alta que todo o vasto campo que hoje faz o Mediterraneo; e tanto que as aguas tivessem huma pequena entrada, continuando a correr com impeto, era natural ir escavando, e levando comsigo tudo o que pudessem arrebatar, crescendo a força á proporção da maior entrada; até que nos rochedos, que de huma e outra parte fórmão este estreito, achou embaraço invencivel para alargar a porta. Com effeito de huma e outra parte deste Mar se acha huma semelhança e uniformidade nos leitos, ou bancos de terra, e saibro, e pedra, &c. e a corrente das aguas no Estreito he de Poente para Nascente, totalmente contra a commua corrente das aguas, que não só entre os Tropicos, mas nas outras regiões, costuma ser de Nascente a Poente (1); o que bastantemente persuade que foi mais huma nova irrupção das aguas nesse quasi immenso lago, do que Mar antigo.

Silv. Está feito; do Mediterraneo alguma probabilidade lhe acho, porque todo elle he muito mais baixo que o Oceano, pois a agua com impeto corre para elle;

mas

(1) Varen. Geograf. ger. pag. 119.

mas a mudança, de que fallais, he mais geral.

Theod. Supposto o formar-se de novo o Mar Mediterraneo, era forçoso que toda essa immensa quantidade de agua, faltando n'outras partes, deixasse descuberta muita terra que antecedentemente cubria; e já temos que hoje será terra firme o que muitos annos foi mar. Tambem se póde conjecturar que algum dia fosse terra firme muita parte do terreno, que hoje está cuberto de agua; e pelo contrario estaria cuberta de agua muita parte da Terra que hoje pizamos: e muitas causas naturalmente podião concorrer para esta mudança. Primeiramente os ventos estão continuamente mudando a corrente ás aguas em muitas partes: os que fazem nisto reflexão achão que em 24 horas muda o vento hum grande monte de arêa de huma parte para outra; mudado o obstaculo, que retem as aguas, que admiração he mudarem ellas a corrente? mudando-se a corrente, e fazendo impeto contra os obstaculos, que antecedentemente não soffrião força consideravel, que muito he que os venção, e arrombem? Ora quem sabe qual he a immensa força das aguas, que tomão corrente para huma parte, não se admira que, concebendo cada vez maior movimento á proporção da maior sahida, arrombem diques, que erão capacissimos de a sustentar, em quanto estavão inteiros e unidos, e a agua não tinha ganhado impeto.

Eug. Nas grandes invernadas ás vezes admiro barrocas grandissimas, e estragos que fazem as cheias; talvez procedidas de huma pequena fenda, que começou a dar sahida ás aguas, e tomar movimento para huma parte determinada.

Theod. Além deste modo ha outro e mui poderoso, com que os ventos podiáo ser causa destas mudanças. Vós, Eugenio, já sabeis por experiencia a força, que trazem as ondas agitadas, capazes de arruinar as mesmas penhas de rócha viva. No célebre Terremoto de 55 me contou pessoa fidedigna que fora táo enormemente furioso o impeto das aguas quando o mar cresceo, que n'uma destas nossas torres pegára em toda a bateria de baixo, e enfeixára as peças de artilheria, arrumando-as á parede da fortaleza, como se fosse hum feixe de canas. Quem attender á pequena superficie de cada peça, e ao seu enormissimo pezo, poderá formar por aqui o calculo do impeto das ondas. Demais: consta que as mesmas montanhas de rócha viva tem por baixo leitos ou bancos de materias de arêa, e outras materias mais leves (1): que muito he logo que as aguas com o seu continuo fluxo e refluxo, com a sua corrente constante de Nascente a Poente, com o movimento que lhe dá o vento, e tempestades, fossem escavando as rai-

(1) Histoir. Natur. de Buffon Tom. I. pag. 115.

raizes destas montanhas, e com o tempo furtando-lhe os alicerses, ultimamente agitadas com tempestades furiosas, as arruinassem, e n'um momento se achassem com liberdade para tomarem novo curso, arrebatando os fragmentos dos arruinados montes até terem passagem franca?

Eug. No meio do mar se encontrão rochedos dispersos, e em pequena distancia huns dos outros, que bem podião ser fragmentos de alguma arruinada montanha.

Theod. Não me falleis na força das ondas, e por tempo continuado. Quem observa a mudança, que nós experimentamos aqui em Lisboa, vendo onde chega hoje o Tejo, quando pelas Historias sabemos que chegava algum dia a S. Domingos; ao mesmo tempo vendo os montes da *Banda d'além* talhados quasi a pique, porque as aguas forão comendo de lá o campo que de cá deixavão: quem observa as costas do mar, e vê os rochedos carcomidos, e gastados, e roidos, vê o que podem fazer as aguas com o tempo. Accresce que os grandes terremotos, que tem havido, humas vezes abatem huma grande provincia, e já as aguas tomão para essa parte hum curso, talvez contrario ao que tinhão, por ficar mais baixo esse terreno; outras fazem surgir do fundo do mar huma nova montanha, cujo cabeço superior ás ondas se chama Ilha; a arêa, que as ondas arrastrão, e toda a demais materia que trazem, vai encalhando,

do, e de dia em dia vão crescendo, como nos ensina a Historia, em varios lugares. Talvez huma destas montanhas, nascendo na fóz de hum caudaloso rio, o deixa sem barra; ajuntão-se as aguas, e convertem em grandissimas lagôas as planicies. Estas aguas crescendo a huma maior altura, talvez acharáõ mais fraco outro sitio bem opposto; e arrombando-o, se formaria nova corrente ao estagnado rio; e deste modo veremos alagados campos até alli seccos. N'uma palavra, quem fizer observação sobre o que fazem os terremotos, ora formando Ilhas de novo, ora abatendo Cidades; o que fazem os ventos, mudando em poucas horas montanhas de arêa, que lá onde cahem, ainda que seja no meio do mar, fórmão hum novo monte, e embaração a antiga corrente; e onde faltão, facilitão nova entrada ás aguas: quem observar o que podem as ondas agitadas com o vento, e ultimamente o que póde a continuação do tempo, não terá por impossivel esta grandissima mudança de Terra em Mar, e de Mar em Terra, precisissima para explicar as innumeraveis conchas, e peixes, e producções do Mar, que por toda a parte se achão até nas entranhas da Terra.

Silv. Tudo são conjecturas.

Theod. Mas conjecturas sobre hum facto constante, e innegavel, e que não póde ter outra causa, senão as aguas do mar. A maior parte destas conchas são producções, que

não

não ha pelos rios, e ſe conhecem ſer do Mar largo. Porem vamos a conjecturas, que mais individualmente provão, que as ditas conchas forão acamadas pelas aguas; e de caminho vereis como as aguas do mar podião ir formando as montanhas com as camadas ou bancos parallelos, que conſtantemente ſe achão em todas. He couſa maravilhoſa que, excepto nos ſitios em que houve alguma perturbação, ſe achão as conchas deitadas todas de face, e não poſtas ao alto, nem em qualquer outra poſtura; o que bem dá a entender que forão trazidas pelas aguas; e como são mais pezadas que ellas, ſe accommodárão no fundo, como *ſedimento* que deixa qualquer licor no do vaſo em que eſtava; e accommodando-ſe as conchas, livremente devião tomar a poſtura que hoje lhe achamos, acamando-ſe de face. Mais: ſe o terreno, ſobre que as aguas depuzerão eſte ſedimento, era horizontal, tambem a camada ou banco de conchas havia de ficar horizontal, porém ſe era inclinado, havia de ficar eſſa cama de conchas inclinada: ſempre porém com a meſma groſſura; pois não havia razão para que n'uma parte houveſſe mais quantidade de conchas, que na outra. Continuando as aguas a roer nos rochedos, a cavar nas concavidades, e a trazer ora huma caſta de materia, ora outra, fielmente havia de ir depoſitando pelo fundo de todo aquelle terreno o *ſedimento* que trazião; e aſſim ſe

tor-

formava hum banco de saibro sobre o banco, ou cama de conchas; e pela mesma razão devia ficar parallelo a elle, e por todo o terreno da mesma grossura. Eis-aqui como, principiando por pouco, se formava huma grande altura, que vinha quasi a sahir sobre as aguas. Entretanto o immenso pezo fazia que humas materias fossem opprimindo as outras; e as que erão partes mui miudas de rochedos moidos e desfeitos, tornando a consolidar-se, ou por qualquer outro modo que a Natureza o soube fazer, se forão petrificando muitos desses bancos ou camas. Se juntamente com essa materia, propria para ser petrificada, ou convertida em pedra, vinhão conchas ou peixes, ou os seus esqueletos, ficavão entranhados nos rochedos, que pelo decurso do tempo endurecião, e tambem ficavão petrificados. Muitas vezes as aguas investindo contra huma costa, hião roendo toda a arêa primeiro, e lá onde hião depositar o *sedimento*, se formava hum leito de arêa; acabada a arêa, hião as ondas roendo saibro, e de saibro se formava a segunda camada lá mesmo, onde se hia depositando a materia que se furtava nas costas do mar; ultimamente as ondas achando já as penhas descarnadas, as hião gastando; e esta poeira insensivel formava com o seu sedimento terceiro leito de pedra sobre o outro de saibro, e de arêa. Deste modo ficavão as materias mais pezadas sobre leitos de mate-

te-

teria mais leve. Tambem d'aqui se tira a razão do que acho observado pelo *Vallisnerio* nos montes de *Toscana*, *Pisa*, *Genova*, *Liorne*, &c. que os mariscos de varias especies estavão encamados separados, sendo huma cama de huma casta, e outra de diversa: o que naturalmente succederia neste systema; porque, dando as ondas em alguma como mina de huns certos mariscos, os irião levando; e como cada onda faz o seu sedimento, devia deixar huma camada toda dessa especie de conchas.

Eug. Não se póde negar que este systema he de maravilhosa invenção.

Theod. Formada assim esta eminencia, quasi sobresahindo ás aguas, como lhes embaraçava o curso, por alguma parte poderia passar mais que pelas outras; e tomando por aqui o seu curso, irião talhando, e abrindo aquella elevação, e formarião as aguas muitos regos através dessa montanha, e com o tempo profundando as aguas esses regos, podião desaffogar por ahi. Feito isto, já descião as aguas, e sobresahírão os cabeços de outros tantos montes, ou talhadas (deixai-me explicar deste modo) de huma mesma montanha. E temos huma fileira continuada de montes, divididos entre si com os regos; porém estes com o continuo curso das aguas necessariamente se havião de ir abrindo em profundissimos valles; e quanto mais se profundavão estes, quanto mais descia a agua, e fazia sobre-

sa-

ſahir mais os cabeços dos montes. Eis-aqui porque neſtas fileiras dos montes, que ſe encontrão frequentemente em varios paizes, os que eſtão vizinhos tem quaſi a meſma altura, e conſtão de ſemelhantes camadas em alturas correſpondentes : o que he couſa bem admiravel, e perſuade baſtantemente, que ſendo tudo huma ſó montanha, cada rego, que por ella ſe abrio, e depois ſe converteo em valle, repartindo cada leito em dous, neceſſariamente de huma e outra parte havia de deixar leitos ſemelhantes nas meſmas alturas. Segue-ſe tambem d'aqui, que ſe eſtes regos forão tortos, como coſtumão ſer as correntes de alguns rios, havião de formar os angulos dos montes contrapoſtos, quero dizer, que ſe da parte direita eſtá hum monte, que cá em baixo faz bojo, ou angulo para fóra, da parte eſquerda ha de haver concavidade, ou angulo, que entre para dentro. E iſto he huma couſa admiravel; porque conſtantemente ſe obſerva por toda a parte, onde quer que ha muitos montes juntos, que os ſeus angulos são contrapoſtos, correſpondendo o bojo de hum á concavidade de outro : o que perſuade aſsás que alguma torrente tortuoſa foi dividindo hum do outro, e formando dous do que era ſómente hum. Accreſce a eſta conjectura huma notavel obſervação. A Geografia nos enſina que os mais altos montes que ha, são nas vizinhanças do Equador : e a Fyſica nos diz

que

que nessas vizinhanças são mais vehementes os movimentos das aguas, tanto pelo maior fluxo e refluxo do mar (o que hontem vos disse) como pelo continuado movimento das ondas de Nascente a Poente.

Silv. Eu confesso que acho nesse systema huma tal belleza, que encanta.

Theod. Não posso conter-me que não accrescente huma circumstancia que surprende. Observa *De Buffon* que por toda a parte se encontrão (1), ainda nas pedreiras, humas fendas a prumo, que ora parão n'algum leito, ora atravessão todos até baixo. Quando as montanhas são de materias mais molles, são as fendas mais distantes: ás vezes distão poucos pés, outras vezes distão algumas braças (2). Humas fendas tem meia pollegada, outras são mais largas; algumas tem palmo e meio, e outras com effeito são maiores. Vede agora o discurso deste grande observador da Natureza. Como estas montanhas, e esta superficie da Terra foi sedimento das aguas, necessariamente havia de ser mui molle; e seccando-se com o ar, quando ficassem livres do dominio das aguas, era forçoso que occupassem menor campo, e abrissem gretas; assim como vemos nas terras, quando aperta o Sol, que abrem gretas mui grandes; e nas madeiras verdes, que todas rachão, quando seccão: estas rachas porém, ou fendas,

(1) Buf. Hist. Nat. Tom. I. pag. 118.
(2) Buffon. Hist. Nat. Tom. I. pag. 155.

das, não podião ser senão a prumo; porque outra qualquer direcção que tivessem, ficava hum grande pezo suspenso; ou totalmente em vão, se as fendas fossem horizontaes; ou em parte, se fossem obliquas, só sendo a prumo, se conservarião, sem que o pezo continuo dos corpos superiores sobre os inferiores as fizesse unir. Tambem se collige que estas fendas tiverão este principio, porque as suas paredes intimas nunca são lisas, mas asperas, e de sorte, que ás prominencias de huma face correspondem concavidades semelhantes na outra, bem como succede nas rachas da madeira; o que assás persuade que aquellas duas partes estiverão antecedentemente unidas; e que a fenda não procedeo de materia, que se furtasse daquelle lugar, mas de que se separárão as partes unidas. Eis-aqui em resumo o bello discurso deste grande Homem sobre a Theorica da Terra, e origem dos montes, do modo que eu o percebo. Lido nas suas obras tem outra força e energia, além do seu bello e inimitavel estilo. Porém não deixa de ter este systema difficuldades mui dignas de ponderação. Vós sobre elle discorrereis de vagar, que eu com passo ligeiro vou a descubrir-vos a origem das fontes.

§. II.

§. II.

Da origem das Fontes, e dos Rios.

Silv. ESte systema tanto tem de novo e espantoso ao principio, como de bello e admiravel ao depois; e se a experiencia me não tivesse ensinado que se deve suspender o juizo nas primeiras impressões, para dar ao depois sentença mais madura, promptamente subscrevèra. Vamos embora á origem das *Fontes*. Eu creio que vós seguireis que ellas procedem todas do Mar: em minha casa tenho hum livro moderno, que explica isso muito bem.

Theod. Alguns Modernos seguem isso; porém tem contra si difficuldades insuperaveis. Primeiramente como póde vir a agua do mar para as fontes, se o seu nascimento fica muito mais alto que o mar? Todo o mundo vê que a agua das fontes vai sempre correndo para o mar, e não sobe nunca, sempre desce: logo ficando-lhe o mar muito mais baixo, quem a ha de levar até o nascimento das fontes?

Silv. A isso responde-se bellamente. Olhai, Theodosio, ainda que os montes donde rebenta a agua fiquem mais altos que a superficie do mar proxima, com tudo sempre ficão ao nivel com a superficie do mar lá ao longe. Admiro-me de que não tenhais

ad-

advertido nisto. Quando os navios se vão affastando muito, ainda quem estiver no cume dos montes os perderá de vista, por se lhe embaraçar (como vós dissestes hontem) a linha da vista com a superficie do mar. Logo se se tirasse huma linha recta ao nivel por essa superficie do mar, iria ter ao cume dos montes de huma parte, e aos mastros do navio da outra. Bem se vê logo que o cume dos montes póde ficar na mesma altura e nivel com a superficie do mar lá ao longe.

Theod. Isso só prova que podem ficar na mesma linha recta a superficie do mar, o cume dos montes, e os mastros dos navios; porém não basta isso para ficar ao nivel. Para isso he preciso que todas essas cousas fiquem na mesma sensivel distancia do centro da Terra (que por esta distancia he que se mede a altura, para julgarmos se he maior ou menor). Vós agora me direis como póde huma linha mui comprida, sendo recta, ter em todas as suas partes a mesma sensivel distancia do centro da Terra. Ninguem ignora que para huma linha conservar a mesma distancia de certo ponto, deve ser curva, e fazer huma porção de circulo á roda delle: logo para huma linha mui comprida ficar bem ao nivel, e conservar em todas as suas partes a mesma altura, deve ser curva, como he a superficie do mar, a qual rodeia a Terra; que não obstante ser liquido, como deve ter a sua

su-

ſuperficie ao nivel, e na meſma altura, vai voltando para conſervar ſempre a meſma diſtancia do centro da Terra. Em pequenas porções, como v. g. na ſuperficie de hum tanque, a linha do nivel he ſenſivelmente recta; porque a curvidade fica totalmente imperceptivel; mas em diſtancias grandes, com os olhos ſe conhece a convexidade. Donde, amigo Silvio, não provais que ficão os montes na meſma altura com a ſuperficie do mar. Por eſſe diſcurſo vos provaria eu que as Eſtrellas não ficavão mais altas que o mar, nem diſtavão mais do centro da Terra; porque eſſa linha recta tirada ao nivel tambem vai dar ás Eſtrellas.

Silv. Eſtá bem: já vejo que por eſſe modo não podem ſubir as aguas do mar; mas ainda podem vir para os cabeços dos montes por outro modo. Eu li neſte meſmo livro que a agua ſalgada, por ſer mais pezada que a doce, a podia fazer ſubir pelas entranhas da terra a muito maior altura que a das praias.

Theod. Eſſa reſpoſta he do grande Filoſofo *João Bernouille*; mas ahi vereis que nem tudo o que dizem os homens grandes ſe deve crer cegamente. Ninguem duvída, que quando ſe equilibrão liquidos diverſos, o mais pezado fica em menor altura, e iſto he na razão inverſa do ſeu pezo eſpecifico. Mas como o pezo da agua do mar comparado com o da doce he como 103 a 100,

pa-

para que a agua do mar fizesse subir a agua doce por huma milha de altura, era preciso que houvesse pelas entranhas do monte huma columna de agua doce de 34 milhas, e outra correspondente de agua salgada de 33, para se equilibrarem. Ora sendo mui frequentes as fontes que tem nascimento huma milha mais alta do que o mar, ninguem dá ao mar a profundeza de 34 milhas; porque com o Verenio na sua Geografia, o mais que lhe dão são 4 milhas (1). Mas além desta difficuldade ha outra, tambem insuperavel; e vem a ser a differença que achamos entre a agua doce e salgada. Tem-se tentado com bastante fadiga e empenho o modo de filtrar a agua salgada, e fazella doce; e muitos perdêrão as esperanças. O *Vallisnerio* (2) depois de a filtrar cem vezes por area e terra de varias castas, sempre a achava salgada: ainda filtrando-a por vasos de barro, não lhe pode tirar todo o sal: e hoje só com muito dispendio se consegue. Algum dia me deixei enganar de algumas experiencias, que me contárão; e por isso ha annos vos disse que era cousa facil (3).

Silv. Eu não sei dessas experiencias: sei que as fontes muitas vezes tem agua salgada, sei que nas vizinhanças do mar ha muitas fon-

(1) Lib. I. Geogr. cap. 13. prop. 6.

(2) Tom. III. Anot. 14. sobre a lição ácerca da origem das fontes.

(3) Tom. III. Tarde XII. §. II.

fontes; e isto bem prova que a agua de lá vem, seja como for.

Theod. As fontes, que trazem agua salgada, não a trazem do mar: passão por minas de sal, e fica salgada a sua agua. Vós como Medico bem sabeis que serem humas fontes mais salutiferas, ou nocivas do que outras, procede dos mineraes por onde passão, e cujas particulas as aguas trazem comsigo. Logo passando por minas de sal, ficaráõ bem salgadas. Essoutras, que rebentão junto do mar, podem ter a sua origem em lugar bem distante. Já eu vos fallei de algumas fontes de agua doce, que rebentavão no mesmo fundo do mar, rodeadas de agua salgada; e ninguem dirá, que essas fontes deixão de ter origem mui longe; o mesmo digo eu dessas, que rebentão na praia.

Silv. E que me dizeis aos póços, que tem a mesma alternativa nas aguas que vemos nas marés, baixando nas marés vasias, e subindo nas cheias?

Theod. Já vejo que estudastes o ponto, e me agrada ver-vos ler por esses livros. Mas adverti, que eu fallo de fontes, e não de póços. As fontes sempre costumão ter seu nascimento sobre o nivel do mar; e os póços nem sempre: porém fallando agora dos póços, ou elles são de agua doce, ou de agua salgada; se são de agua salgada, e tem a agua no nivel do mar, não cuidarei que delle lhe venhão as aguas, e te-

tenha as mesmas alterações, subindo e descendo em ambas as partes a hum tempo. Porém se os póços forem de agua doce, he certo, pelo que disse, que não póde essa agua vir do mar: com tudo poderá subir mais alta nas marés cheias, e baixar nas vasias. Nós vemos que a agua do Tejo, ainda onde he doce, tem enchentes e vasantes; não porque a maré cheia do mar augmente a agua doce, mas porque subindo na boca do Tejo a agua salgada a maior altura, já a agua doce que vem, de sima não póde sahir, e vai recuando para trás; e como a agua que de sima vem, vem vindo continuamente (pois o rio não pára) se vai enchendo o rio, e subindo a superficie da agua doce: baixando porém a agua salgada na boca do Tejo, começa a vasar-se o rio com maior impeto, e vai baixando a agua doce nas praias. Succede justamente como n'um tanque, sobre que corre huma bica perenne, que tambem nelle sóbe a agua e désce, se humas vezes lhe destaparem o buraco por onde despeja, e outras lho taparem. O mesmo pois digo desses póços, que forçosamente terão algum desaguadouro para o mar. Quando for maré cheia, estando de fóra a agua mais alta, não deve correr para lá, ou pelo menos será com menos força, e crescerá a agua no poço, o qual d'outra parte se suppõe ter o nascimento da agua; baixando porém o mar, ficará desembara-

ra-

raçado o caminho por onde o poço vasa, e irá abaixando a agua. E sabei de caminho que, se ha póços de agua doce, que tenháo estas alternativas das marés, sáo rarissimos (1).

Silv. Eu vejo essas difficuldades. Mas náo sei como se póde verificar o que diz a Escritura, que todos os rios entráo no mar, e tornáo ao lugar onde nascèráo (2).

Theod. Alguns querem que as aguas do mar nas concavidades da Terra se distillem como em naturaes lambiques, e percáo desse modo todo o sal. Algum dia segui esta opiniáo; porque como havia nas entranhas da Terra grandes concavidades cheias de agua, e havia fógos subterraneos que a fizessem evaporar, os vapores ajuntando-se na parte superior das cavernas, se convertiáo em agua, e podia por qualquer fenda sahir cá fóra onde rebenta a fonte. Mas hoje estou persuadido que isto he mui difficil; porque os Inglezes, bem engenhosos, e muito mais nas cousas que pertencem á Marinha, onde a utilidade accende muito o desejo de descubrir meios, que a façáo menos incommoda, tem tentado muitos modos de purificar a agua do mar em lambiques, e fazella doce; e com effeito conseguiráo que ao paladar ficasse boa; po-

 rém

(1) Vallisnerio Tom. III. Anot. 38.

(2) *Omnia flumina intrant in mare, & mare non redundat: ad locum, unde exeunt flumina, revertuntur ut iterum fluant.* Ecclef. cap. 1. v. 7.

rém mostrava a experiencia que nunca se despia totalmente do sal, porque fazia grandes ardores na orina, até fazer sahir misturado tambem o sangue (1); cousa que não fazem as aguas das fontes: donde se colhe que a agua, que nós bebemos das fontes, não he a agua do mar distillada. Eu bem sei que a agua das chuvas he doce e salutifera, e procede do mar, evaporando-se pelo calor do Sol, e deixando todo o sal cá em baixo: serve a região do Ar de hum vastissimo lambique, em que se purifica: não podem fazer outro tanto os lambiques de fogo, ou por ser mais pequenos, ou mais violentos: e como nas cavernas subterraneas a causa que fizesse distillar a agua, mais havia de ser semelhantes aos lambiques terrenos, do que á região do Ar; bem se infere que não podião purificar a agua do mar do modo que nós achamos as das fontes, isto he, doce ao paladar, e salutifera ao mesmo tempo. Silvio, desenganai-vos, que a verdadeira, e unica origem das fontes está nas aguas das chuvas, e neves derretidas. Logo vos direi como isso póde ser. Primeiro convem dizer os fundamentos, que quasi obrigão a crer que assim he. Nós vemos que com a longa secca todas as fontes vão diminuindo, e muitas seccão de todo; pelo contrario com chuvas copiosas costumão ou re-

(1) Vallisnerio Anot. 14. sobre a lição da origem das fontes.

rebentar de novo as que seccárão, ou engrossar as que ja estavão mui pobres. Este só argumento convence o ponto. Porque se do mar se sustentão as fontes immediatamente, que tem ellas com as chuvas; porque vão enfraquecendo, se lhes faltão? e porque acabão de todo, se continúa a secca? porque esperão novas chuvas para rebentarem de novo?

Silv. Eu não duvido que as chuvas engrossem as fontes; mas não posso persuadir-me que toda a sua agua proceda das chuvas.

Theod. E porque não? As fontes com a falta de chuva, ou de neves derretidas, muitas vezes seccão de todo; e ainda as que não seccão totalmente, com tudo na diminuição das suas aguas, que cada vez são menos, dão manifestos indicios, que totalmente seccarião, se continuasse a secca. Logo não só aquellas fontes, que de todo perecem com a falta de chuvas, dellas tirão toda a agua que trazem, mas esta só se deve dizer que he a origem de todas as demais.

Silv. Quando muito isso será das fontes pequenas; porém as fontes caudalosas, de que procedem famosos rios, he impossivel que procedão das chuvas.

Theod. Se fizermos conta á agua das chuvas, que costuma cahir sobre a Terra, acha-se agua de sobejo para sustentar os rios caudalosos, e as fontes onde elles tem principio. O que vos digo não he conjectura, he

he cálculo exacto, que não póde mentir. O modo de calcular a quantidade de agua, que chove em cada paiz, he mui facil. Toma-se hum vaso ou quadrado ou cylindrico, mas igualmente largo em baixo e em sima: se for de vidro, com hum diamante se lhe fazem riscos horizontaes, ou divisões de pollegadas e linhas. Expõe-se o vaso em campo livre á chuva no principio do inverno; e tanto que acaba de chover, observa-se até que altura chegou a agua; o que he facil de ver, sendo o vaso de vidro: sendo de metal, mettendo-se huma vara graduada, se vê quantos gráos sahem molhados, e se conhece a altura da agua. Faz-se assento disto, e despeja-se o vaso; e continuando-se a mesma diligencia todos os dias que chove, e assentando-se os gráos, se conhece depois quanta he a altura a que chegaria a agua no vaso, se toda se fosse ajuntando, sem se evaporar. Advirta-se que a boca do vaso patente á chuva seja da mesma largura e feitio que a sua base, e que o restante do vaso. Muitos acautelão, e impedem de algum modo a evaporação da agua, antes que a vão medir, pondo dentro do vaso hum repartimento quasi horizontal, com alguma inclinação para hum boraquinho pequeno. Supposto isto, como no vaso não entra senão a agua da chuva que corresponde á boca, temos fundamento para crer que por toda a região, em que se

faz

faz a obſervação, ſubiria a agua da chuva á meſma altura, ſe ſe conſervaſſe ſobre a terra. Ora como n'uns paizes chove mais que nos outros, por iſſo são diverſas as alturas, a que ſóbe a chuva. Em *Piſa* huns annos por outros, ſóbe a altura da agua da chuva a 30 pollegadas; em *Liorne* a 35; em *Modena* a 47; em *Paris* a 18 ou 19, e n'outras partes a diverſas alturas; e multiplicando as leguas quadradas de qualquer terreno pelas pollegadas de altura a que ſóbe a agua da chuva nos vaſos em que ſe faz a obſervação, ſe conhece facilmente a quantidade de agua, que cada anno coſtuma chover ſobre eſſe paiz. Reſta agora medir a quantidade de agua que no eſpaço de todo hum anno corre pelos rios principaes deſſe meſmo terreno; e depois combinando a agua dos rios com a das chuvas, ſe acha que he muito mais a das chuvas.

Silv. E como podem calcular a quantidade de agua de hum rio caudaloſo, como v. g. o Tejo?

Theod. Eu o digo: ſe o rio tem ponte, mede-ſe nos arcos, por onde paſſa a agua, ſó o vão que occupa a agua: depois mede-ſe a velocidade com que ahi corre; e tendo conhecida a velocidade, e o eſpaço do arco, tem-ſe conhecido a quantidade que corre n'um minuto; e d'ahi ſe calcula para todo o anno. Advirto porém que a velocidade da agua na ſuperficie he maior que

no

no meio, e no meio maior que no fundo; e assim deve-se tomar huma velocidade media, para se conhecer a do rio.

Eug. Temo ser importuno; porém dizei-me: Como podemos conhecer a velocidade da agua?

Theod. Deixai cahir hum bastáo ou qualquer corpo ligeiro; e vendo quanto esse corpo corre em hum minuto, se conhece quanta he a velocidade da agua que comsigo o leva. Supposto tudo isto, vamos as experiencias. M. Mariote emprehendeo medir a agua que leva o *Sena* em Paris, e comparalla com a agua que ahi costuma chover; e achou que a agua da chuva excedia oito vezes a agua do *Sena*.

Silv. Com tudo, náo he possivel que em Portugal chova maior quantidade de agua, do que leva sómente o Tejo, quanto mais attendendo ao Douro, e aos outros rios que temos.

Theod. Nem he possivel, nem he preciso para o caso presente; porque a agua destes rios vem de muito longe: a querer fazer o calculo justo, haveremos de medir o terreno todo por onde se espalháo esses rios, e donde recebem as aguas, e ver se podem fornecer aos rios tanto cabedal como aqui trazem. Tambem deveis no Tejo fazer a conta só á agua doce, que esta he a sua, e náo á salgada que he alheia e do mar. Feito assim o calculo, haviamos de ter o trabalho que todos tem, isto he, explicar

que

que se faz de tanta agua que chove; porém parte se evapora outra vez, e sóbe para sima; parte serve para nutrir as plantas e animaes, parte para conservar a Terra humida; parte emfim vai-se insinuando pelas fendas dos rochedos, e entrando-se pelo interior da Terra; e depois de passar algum tempo, ora maior, ora menor, lá vai sahir por huma fenda visivel: se he sobre a face da Terra, chama-se *Fonte*; se he em concavidade profunda, chama-se *Poço*.

Silv. E como me levais essa agua aos cabeços dos montes, donde vemos rebentar muitas fontes?

Theod. Primeiramente as fontes de ordinario não rebentão nos cumes dos montes, mas ou nos valles, ou na descida dos montes; porém muitas ha, que rebentão no mais alto delles: observa-se porém que quando isto succede assim, algum monte mais elevado fica á ilharga. Montes de arêa, ou terra solta, não tem fontes; só contém esta agua os que são formados no interior de diversos rochedos, que podem ter concavidades, e como cisternas immensas; e com effeito, nós temos nas historias alguns factos, que confirmão com evidencia este discurso, e dão a entender que as altas montanhas são muitas vezes humas grandes mãis de agua, em cujas entranhas se ajuntão, para continuamente sahirem pelas fendas, ao que chamamos fontes. Lemos que em 1678 houve huma grande inundação em Gas-

Gascunha, porque se desfizerão huns pedaços dos montes nos Pireneos; e as aguas, que ahi se guardavão, se entornárão alagando e inundando os lugares para onde o seu curso as encaminhou. Outra inundação ainda muito maior aconteceo em Irlanda no anno de 1680, porque se desfez huma montanha, cujas entranhas estavão prenhes de agua (1).

Silv. Estes factos são convincentes; e bem dão a entender que as fontes, que perennemente vemos rebentar das faldas dos montes, suppõem grandes cisternas de agua no seu interior delles.

Theod. Ora as aguas destas cisternas, depois de varios giros que os aqueductos naturaes levão, ás vezes vão por baixo dos valles sahir no cume do outro monte distante, porém mais baixo que o primeiro, em cujas entranhas se ajuntou a agua. Outras vezes vão as aguas da chuva lá por baixo do mar sahir n'uma ilha; e apparece lá huma bella fonte de agua doce, que talvez tem a origem muitas leguas distante.

Eug. E outras vezes rebentará junto da praia, enganando-se todos os que imaginão, que a sua origem he do mar vizinho.

Theod. Bem se infere do que tenho dito, que sendo a agua do mar salgada, e salobra, e inferior á destas fontes, não póde ser a mesma que depois apparece nas fontes.

Silv.

(1) Buffon Histoir. Natural. Tom. II. pag. 360.

Silv. Essa opinião he para mim bem dura; porém confesso que o argumento de ver as fontes seguir ora a abundancia, ora a penuria das chuvas, me obriga a concordar comvosco.

Theod. D'aqui procede que humas fontes logo depois das chuvas rebentão, outras poucos dias depois; porque he preciso que se encha a cisterna natural na concavidade dos montes, até á altura da fenda que dá communicação para as fontes; e como com as seccas estão ou mais ou menos vasias, e terão abaixado dessas fendas maior ou menor altura, por isso se esperão mais ou menos dias de chuva.

Silv. Occorre-me contra isso, que me parece que as chuvas em mui pequena parte penetrarão a Terra; porque depois de largas chuvas, cavando na terra, a poucos passos se encontra com terra secca.

Theod. Mr. de la Hire metteo hum vaso de chumbo 12 palmos debaixo da terra; e passado tempo bastante, conheceo que não tinha lá penetrado a agua da chuva. Vedes, Silvio, que eu fortifico o vosso argumento? Porém isso assim he, quando o terreno não tem fendas, e está a terra mui unida; e tambem quando tem a agua da chuva facil caminho para outra parte; porém prescindindo destas circumstancias, a agua mais aqui, mais alli, vai calando a huma profundeza incrivel. Nós sabemos isto pelo testemunho dos que trabalhão nas mais pro-

fun-

fundas minas, que lá embaixo vem que penetra a agua da chuva (1). Vemos tambem que alguns póços, só profundando-os muito he que podem receber a veia das aguas da chuva, que dos terrenos vizinhos se conduzem a essa profundeza incrivel. E d'aqui procede que no principio do Inverno de ordinario primeiro se restaurão os póços que tem pouca altura; e muitos dias depois he que apparece agua nos mais profundos; porque a agua gasta mais tempo a penetrar a essa altura maior.

Silv. Mas que dizeis vós á Escritura, onde se diz que no principio do mundo Deos não tinha mandado a chuva sobre a Terra, mas que huma fonte a regava: ahi temos fonte sem chuva.

Theod. Respondo que antes que Deos ajuntasse as aguas nas concavidades, a que hoje chamamos *Mar*, toda a superficie da Terra estava cuberta de agua; e só depois desta separação he que appareceo a Terra firme, ou o que chamamos *Continente.* Esta agua era doce, pois se fez salgada pelas minas de sal e bitume que ha no fundo do mar, como n'outro tempo disse. Então necessariamente havia de ter penetrado a agua ás concavidades interiores nas entranhas dos montes, e d'ahi procedião as fontes como agora, não obstante não ter chovido.

Silv.

(1) Vallisner. Anot. 24. sobre a origem das fontes.

Silv. Está bem; mas que dizeis aos lugares da Escritura, que dizem que os rios sahem do mar, e entráo nelle?

Theod. As chuvas vem do mar; e tendo as fontes origem nas chuvas, do mar he que procedem, posto que náo immediatamente. O Sol levanta os vapores, náo só da terra, mas dos lagos, e do mar; os vapores levantados fórmáo as nuvens, que pelo vento sáo levadas sobre differentes sitios, e se desfazem em agua, quando os vapores se ajuntáo: e eis-aqui como as fontes, e os rios procedem do mar. Nem vos pareça difficil que se levante do mar tanta copia de vapores, quanta he precisa para formar os rios que nelle desembocáo; porque *Halco* teve a paciencia de calcular a quantidade de agua que o Sol fazia subir em vapores de todo o Mediterraneo, e achou que excedia trez vezes a agua de todos os caudalosos rios que desembocáo neste mar (1).

Eug. Eu só tenho hum escrupulo, e vem a ser, que algumas fontes ha, que rebentáo de Veráo, e seccáo de Inverno.

Theod. Essas náo procedem tanto das chuvas, como das neves derretidas; porque com o calor se derretem, e fazem o mesmo que as chuvas; e com o frio a neve se consolida, e náo penetra ao interior dos montes, nem póde fornecer as fontes.

Eug.

(1) Epist. de José Georg. *de la vera ed unica origine delle fontane.*

Eug. Agora nenhum escrupulo tenho.

§. III.

Dos Terremotos, suas causas, e effeitos, onde se trata da elasticidade dos vapores.

Theod. ENtremos agora com o discurso ás entranhas da Terra, para examinar a causa dos Terremotos, que tanto nos tem perturbado estes annos proximos, e ainda cada dia nos assustão.

Silv. Eu não sei como o susto, que acompanha os Terremotos, deixa lugar para as observações que alguns allegão.

Theod. Persuado-me que muitas cousas, que se testificão, são imaginações de animos aterrados, e quasi fóra de si, e depois se publicão por experiencias constantes. Em tudo he preciso que entre exame prudente. E na verdade que por este principio nunca deste terrivel effeito natural póde haver toda a observação que ha dos outros. Mas poupando o tempo, e deixando o que nesta materia pertence aos Historiadores Naturaes, só tratarei do que pertence ao Filosofo, e indagaremos que causa póde fazer semelhante abalo. Deixadas as opiniões de muitos antigos, que não merecem ser nem seguidas, nem impugnadas, tenho por certo que os Terremotos procedem de fermen-

mentação dos mineraes, particularmente enxofre. Bem sabida he a experiencia do grande Chimico *Lemeri*, que formou huma maça de limalha de ferro, e enxofre, e agua commua, que pezava 50 libras, e enterrando-a debaixo da terra, passado tempo, fermentou de modo aquella mistura, que o terreno superior tremeo, inchou, e sahio sua chamma. Pelo menos não se póde negar o que por castigo de nossos peccados temos experimentado ha seis annos, depois de o termos lido nas Historias, que quando acontecem os Terremotos, se percebe hum fartum de enxofre fortissimo. No célebre terremoto de 55 rebentou em varias partes a Terra, lançando grande copia de huma materia negra e betuminosa, que mostrava ter grande porção de enxofre, tanto na chamma que lançava de si, accendendo-a, como no cheiro: eu tive hum pedaço nas minhas mãos, e me certifiquei disso. Aqui perto da minha casa se abrírão na estrada tres gretas da largura de hum palmo cada huma, que de parte a parte em linhas parallelas atravessavão a estrada: e me contárão que no tempo do tremor sahira grande porção de agua, que espalhava o fartum de enxofre: nos outros, que depois de varios tempos tem repetido, algumas pessoas me segurão que pouco antes tinhão percebido grande fedor de enxofre. Quem quizer ler o Baglivio na Historia do Terremoto de Roma de 1703, achará que antes

tes delle se sentia hum fortissimo fedor de enxofre ; e geralmente os paizes mais sujeitos a este flagello, abundão de aguas ou minas cheias de enxofre, e betumes, facillimos de se inflammarem. Nós no nosso Portugal temos muitas Caldas ; e o paiz bastantemente abunda destes mineraes, que dão ás aguas o calor, e á Terra a terrivel condição de ser sujeita aos tremores.

Eug. Lembro-me que quando vós me fallasstes das aguas mineraes, ou caldas, e tratastes dos fógos subterraneos (1), em que me contastes varios Terremotos, me dissestes que sempre ahi havia grande porção de enxofre.

Theod. Assim he : vamos agora ver praticamente como se póde formar o Terremoto. Toda a vez que alguma causa accidental fez ajuntar os mineraes inimigos, hão de fermentar ; assim como v. g. fermentão a cal com a agua fria : e fermentando-se a materia capaz disso nas cavernas da Terra, varias cousas necessariamente devem acontecer. Primeira : se a capacidade das cavernas não puder conter a materia, que se dilatou, deve tremer, em quanto não desaffoga por alguma parte, ou se apaga a materia. Segunda : huma vez acceza a materia n'uma caverna, pegará logo pelas cavernas vizinhas, onde quer que achar materia capaz de se inflammar, ou dilatar ; e para isso basta qualquer fenda ou racha ;

e

(1) Tom. III. Tarde XI. §. VI.

e temos já que se deve communicar o terremoto a muitas leguas, em hum mesmo tempo sensivel; como succede na inflammação da polvora, que por bem tenues rastilhos arde ao mesmo tempo sensivel em lugares mui distantes. Terceira: segue-se que não só ha de tremer o lugar superior ás cavernas que ardem, mas todos os circumvizinhos em redondo. Nós vimos em Lisboa poucos annos ha, quando pegou o fogo na ribeira em hum ou dous barris de polvora que estavão enterrados, que fizerão impressão ainda em lugares bem remotos, arrombando as portas, e abrindo as janellas que nunca se tinhão aberto. Hum homem, que dormia sobre huma das bancas da ribeira, assim mesmo foi parar ao meio do Tejo; e perto da Sé, me contárão, que se cravárão na parede huns ferros atirados pela vehemencia da polvora. Se isto fez hum barril de polvora, levemente enterrado no chão, que farão cavidades grandissimas cheias destas materias, quando por desgraça se lhe atea fogo lá dentro? Vemos que huma pancada forte dada no grosso de huma parede a faz tremer toda; e quanto mais firmes e duros são os corpos, mais se communica por elles o tremor até distancias consideraveis: e como se não communicará o tremor por esta grande ossada da Terra, quero dizer, os rochedos, que travados entre si, fazem como o esqueleto do mundo material? Eu persuado-me

que quando o tremor he de balanço, e com hum compasso igual, o devemos attribuir, não tanto á inflammação que fique inferior a nós, como á inflammação que houve n'outro lugar distante, que tremeo com maior violencia, e communicou o tremor até o sitio em que estamos. Pelo contrario, quando o tremor he de baixo para sima, e como aos saltos, devemos crer que de baixo de nós ha a inflammação que o causa. A razão disto he, porque ateandose fogo n'alguma caverna, ha de succeder o mesmo que n'uma peça de artilheria, em que o fogo (como já vos expliquei) faz força para se dilatar para todas as partes; por isso a parte superior da caverna ha de subir para sima por causa do impulso, e por força do pezo tornar a descer para baixo; e como continúa a inflammação, torna a ser impellida para sima, e assim vai tremendo em quanto dura a inflammação, a qual á proporção que abranda ou cresce mais, atira com o tecto dessa caverna com mais ou menos força. Ao mesmo tempo as paredes da caverna serão impellidas para os lados; e como não se podem mover sem impellir todo o terreno, que em redondo as sustenta da parte de fóra, todo esse terreno tremerá; mas ha de ser movendo-se para as ilhargas, porque nessa direcção he que recebem o primeiro impulso.

Eug. Eu acho que esse tremor para as ilhargas não he tão perigoso.

Theod.

Theod. E diſcorreis bem ; ſó tem o perigo da ruina das paredes ; porém he moralmente impoſſivel a ſubverſão , pois he ſignal que a inflammação lhe fica á ilharga.

Silv. Só tenho contra iſſo que no célebre Terremoto de 55 o tremor foi de todos os modos ; e temos teſtemunhas authenticas de que humas vezes o balanço era de Norte a Sul : e eu vi hum fogacho da Torre das Neceſſidades , que ficou inclinado neſſa direcção. Mas tambem era de Naſcente a Poente ; e hum meu amigo , que ficou pendente n'uma altiſſima parede , já de todos os lados deſamparada , via que com elle violentiſſimamente ſe movia para os lados ; e obſervei a parede que quaſi vai de Norte a Sul.

Theod. Neſſe terremoto , que em Lisboa foi violentiſſimo , creio eu que a inflammação não foi em huma caverna ſómente , mas que o fogo ſe ateou , e communicou de humas a outras no meſmo tempo ſenſivel ; por iſſo havia de haver tremor debaixo para ſima , e de balanço : quando foſſe o balanço naſcido de caverna que ficaſſe ao Norte ou Sul , havia de ſer o balanço neſſa direcção ; e quando foſſe procedido de caverna que ficaſſe ou a Naſcente ou a Poente , havia de ter direcção contraria.

Eug. Em Mafra vi eu n'um jardim varias Eſtatuas de marmore , que ſobre as proprias baſes ſe tinhão virado para os lados ; e no fronteſpicio da Igreja de Matoſinhos

vi que o braço da Cruz sendo de pedra se tinha voltado no Terremoto do ultimo de Março de 61, de sorte, que não ficava como antes á face da Igreja. Tenho meditado nisto, e não sei como podia ser o balanço para se fazer este movimento.

Theod. Quanto a mim não podia haver esse movimento sem haver juntamente inflammação em duas partes, huma que ficasse ao Norte v. g. outra ao Poente; com o balanço da primeira a Estatua levantáva parte da base que olhava para o Norte, e tomava esse balanço; entretanto vinha o impulso da parte do Poente: e como alguma parte da base havia de andar no ar, tomava segundo balanço para o Nascente. Mas como a Estatua balanceando nunca podia ter levantada no ar toda a base, pois sempre se havia de firmar n'alguma esquina della, por isso o balanço para Nascente só se podia communicar a huma parte da base, e não a toda: bem vedes agora que, movendo-se para Nascente só parte da base das Estatuas, ficavão voltadas para essa parte ou mais ou menos, conforme durassem mais tempo os dous balanços diversos. Deste mesmo modo as alampadas dos Templos podem tomar hum balanço em linha circular, como muitas vezes acontece.

Silv. Esse he hum indicio bem manifesto da direcção que tinha o balanço; porque continuão a mover-se muito tempo, ainda depois de acabar o tremor.

Eug.

Eug. E de que procede aquelle horrorofo bramido fubterraneo, que fentimos ou antes immediatamente, ou no mefmo tempo do tremor?

Theod. Em toda a inflammação deve de haver calor grande, e grande dilatação das materias, que forem capazes diffo. O ar já fabeis que admitte grandiffima rarefacção; a agua tambem fe dilata incrivelmente, quando fe refolve em vapor; e fendo grande a força, com que fe dilata o ar, muito maior he o impeto com que pertende dilatar-fe o vapor quente. Efqueceo-me, quando tratei da Agua, o tratar da enorme força do vapor: mas agora, que he precifo, vo-la direi de paffagem. Huma pinga de agua, refolvendo-fe em vapor, occupa hum efpaço pelo menos 14 mil vezes maior que occupava (1) antes.

Silv. Impaciento-me quando ouço humas certas medidas, que fe não podem examinar.

Theod. Eu vos digo como as tomo: não fiqueis com effe efcrupulo. Sabendo eu geometricamente, ou praticamente quanta agua me cabe n'uma botelha de vidro delgada, lhe lanço dentro humas poucas gotas; ponho-a fobre o lume até feccar a agua; como a garrafa he deftas de vinho de Florença, foffre o fogo, e ao ponto de fe feccar a agua, volto a de repente, e mergulho a boca da botelha em agua: fobe logo com impeto a encher a botelha, cuja boca eftá

a

(1) Gravefand. num. 2127.

a prumo para baixo : tapo-a então com o dedo ; e as vezes lá fica huma pequena bolha de ar , outras vezes não. O impeto, com que sóbe a agua he tal , que já me aconteceo quebrar a garrafa. Vamos á explicação : a pinga de agua resolvendo-se em vapor occupou toda a garrafa ; e se a não occupou toda , só o ar poderia occupar o resto ; como porém eu voltei a bocca da garrafa dentro da agua , a porção de ar que dentro della houvesse havia de vir para sima , procurando o fundo da garrafa então voltado para sima ; deste modo ficamos bem certos que só a bolha de ar , que ahi apparece , he a quantidade de ar que havia dentro da garrafa quando eu a voltei : todo o mais espaço occupou o vapor da agua , o qual esfriando perde a elasticidade , e deixa entrar a agua , e unindo-se com ella , fica em fórma de agua outra vez. Medimos agora o espaço que occupavão essas poucas gotas , e o espaço que occupava o vapor da agua , e achamos que he 14 mil vezes maior.

Silv. Estou satisfeito : continuai o que dizieis.

Theod. Accrescentemos agora , que o impeto que faz o vapor quente para se dilatar , he muito maior que o da polvora. Musckembrock (1) traz experiencias sobre este ponto decisivas. Eu já fiz hum foguete car-

(1) Commentar. sobre as experiencias da Academia del *Cimento* Part. II. pag. 61.

carregado com agua, que posto n'uma roda como as de fogo, a fazia girar com incrivel rapidez: e toda a força nascia do vapor da agua.

Eug. Dizei-me como he esse foguete.

Theod. Tomai hum canudo de metal forte, e bem soldado por toda a parte, que só tenha n'um dos topos hum buraquinho, que lhe caiba hum grão de trigo, ponde a roda horizontal, e ligeira no eixo, atai-lhe o canudo na circumferencia em postura horizontal, lançai-lhe dentro a quarta parte de agua, tapai-lhe o buraco com huma rolha de páo não muito apertada, e ponde debaixo do foguete huma véla acceza para fazer ferver a agua dentro, e retitai-vos hum pouco. Passado tempo, o vapor da agua atirará fóra com a rolha, e á maneira dos foguetes de polvora, fará girar a roda com grande força para a parte contraria, fazendo bulha o vapor que vai sahindo do foguete. Alguns póem o foguete n'uma carreta de metal mui ligeira, e ao botar fóra a rolha, corre com grande violencia. Eu já não uso deste modo de experiencia; porque era tal o impeto, com que me corria a carreta, que marrava pelas paredes, e tudo se amassava com risco de se fazer em pedaços. Advirto que o foguete póde ter o feitio que quizerem; eu tenho hum de cobre do feitio de huma pera: advirto tambem que, se passado muito tempo, a rolha não sahir, então a podeis tirar, não se-

ſegurando nunca no foguete, que partirá neſſe momento como huma ſetta: ultimamente que deveis atar bem o foguete á roda. Perdoe-ſe a digreſsão; mas era preciſa.

Silv. Sendo preciſa, não ſe deve chamar digreſsão.

Theod. Eis-aqui pois huma das cauſas do ſuſurro ſubterraneo, que ha nos Terremotos; e talvez que ſeja tambem eſta a cauſa do tremor. Nós nas cavernas da Terra temos agua, temos fermentação dos mineraes capaz de a reſolver em vapor; e eſte vapor quente faz huma horrenda força a dilatar-ſe, e por todas quantas fendas tiverem eſſas cavernas, ſahirá o ar, e vapor quente com grandiſſima bulha, aſſim como ſahe com grande bulha do foguete que diſſe. O vento entrando pelas gretas de huma porta, bem vedes a bulha que faz: conſiderai agora nas cavernas da terra o ar, e o vapor, por cauſa das proximas inflammações forcejando a dilatar-ſe, e vede que bulha não farão ao ſahir pelas gretas das rochas. No Terremoto de Roma de 703 conta Baglivio (1) que 24 horas antes ſe ſeccárão algumas fontes, e que em lugar de agua ſahia o ar aſſubiando. Iſto meſmo, ſendo debaixo da Terra, he o ſuſurro que nós ſentimos. E não duvido que, a não ter o vapor ſahida prompta, ſeja capaciſſimo de fazer tremer todo o terreno, até ſe deſaffogar

(1) Pag. 352.

gar por alguma parte ; pois , como disse , tem muito maior força que a mesma polvora.

Eug. E como explicais vós o seccarem algumas fontes , ou o rebentarem outras de novo?

Theod. Com o violento tremor da Terra , assim como rachão as paredes e rochedos , tambem podem rachar os aqueductos subterraneos e naturaes , por onde passa a agua antes de sahir á face da terra para formar as fontes. Já vos disse que a agua , que aqui sahe n'uma fonte , póde ter corrido muitas leguas por baixo da Terra , até cá apparecer. Supponhamos agora que rachárão estes aqueductos naturaes , e eis-ahi a fonte perdida , estravasando-se a agua antes de chegar cá fóra. Mas se aqui faltar a agua , lá ha de ir sahir n'outra parte ; e ahi tendes huma fonte nascida de novo. Poderá tambem acontecer que a fenda , que abrio o aqueducto , dè passagem para algum vão , que não tenha outra sahida ; e sendo assim , tanto que esse vão se encher de agua , tornará a correr pelo antigo aqueducto , e deste modo faltando a fonte alguns dias , tornará a apparecer ; e disto podiamos allegar exemplos bastantes no Terremoto de 55. Do mesmo modo se póde explicar correr a agua turva ; porque não he de admirar que , perturbados os aqueductos naturaes , se enchessem de terra , ou enxofre , ou outra qualquer materia.

Silv.

Silv. O que eu desejára saber, era o modo com que o Terremoto perturbou o mar muito tempo depois de ter passado o tremor. Nós vimos em Lisboa naquelle terrivel, e sempre memoravel dia de Todos os Santos, que a tres tremores mui grandes que houve se seguirão tres inundações do mar. Vimos que no Terremoto do ultimo de Março de 61 tambem se seguio sua alteração do mar. Dizei-me o vosso pensamento sobre esta materia.

Theod. Dil-lo-hei, ficando nos limites de pura conjectura. Havendo grande inflammação nas cavernas subterraneas, ou grande fermentação dos mineraes, ainda que não cheguem a inflammar-se, ja se vê que ha de haver huma grande dilatação de materia, seja o ar, seja o vapor, seja o fogo, seja o que for; e aquella mesma força, que faz saltar a terra, e tão enormes estragos como vemos, naturalmente ha de levantar todo o terreno, que serve como de tampa a essas cavernas: este movimento, com que todo o terreno superior se levanta para sima, não póde ser percebido de nós; assim como o não he dos que estão n'um navio o movimento com que elle sóbe, e desce estando o mar cavado. Em quanto durar a inflammação, e dilatação da materia acceza, está a terra como inchada, intumescida, e fousa; mas serenando a inflammação, vai outra vez assentando no seu antigo lugar. Isto, quanto a mim, nada tem de invero-

si-

simil. Isto supposto, necessariamente ha de haver o balanço nas aguas do mar. Se o terreno no tempo do tremor se levantar 20 palmos, o mar fugirá tanto, quanto he preciso para descer vinte palmos ; e onde for mui espraiado, esta altura importa muito grande distancia : além disso, as aguas em concebendo hum movimento, vão muito além do que devem ir por conta do equilibrio, e ainda fugiráõ muito mais do que era preciso fugir, para se conservarem a nivel ; porém descendo o terreno para o seu assento, tornaráõ as aguas a buscar o seu antigo lugar ; e com segundo balanço não só occuparáõ o lugar antigo, mas (á maneira de pendulo que cahe, e por causa do impulso sóbe a outra tanta altura) devem subir outro tanto, quanto descèrão, e entrar pela terra dentro tanto, quanto recuárão e fugírão das praias ; e pela mesma causa dos pendulos, devem continuar nestas inundações e balanços, sendo cada vez menores, até se aquietarem. Temos huma comparação bem ordinaria : se estando hum alguidar com agua, o levantarmos alguns dedos por hum lado, a agua ganhará balanço, e fugirá da borda que se levantou ; mas em se assentando o alguidar, no segundo balanço a agua não só chegará ao lugar antigo, mas passará muito avante, e trasbordará por fóra. Assim considero eu o Mar, como hum tanque immenso de agua ; que muito he logo que, levantando-se o

ter-

terreno sobre as cavernas que ardem, e tornando ao seu assento, as aguas ganhem balanço, ora fugindo, ora inundando, até se accommodarem?

Silv. E que me dizeis ao intervallo entre o tremor, e a inundação?

Theod. Tanto maior ha de ser o intervallo, quanto maior for a inundação; porque o intervallo he o tempo preciso para as aguas irem e virem: quando o tremor foi mui grande, e se levantou o terreno a grande altura, as aguas devião recuar muito, e tomar hum movimento mui forte para a parte contraria; e em quanto este movimento se não extingue, não principia o balanço para cá; e neste devem gastar as aguas outro tanto tempo.

Silv. E que direcção devem tomar as aguas no balanço?

Theod. Devem ir da parte que mais subir para a que subir menos; e nesta mesma direcção, mas encontrada, deve vir a inundação; porém quando a agua entra por algum porto, deve tomar a direcção que o porto lhe der. Por isso no Terremoto de 55 se vio vir lá fóra da barra huma Montanha de agua, que podia assustar ao animo mais constante, e n'um momento as praias se virão todas alagadas; porque subio o nosso terreno mais que o fronteiro da parte do Poente: mas cá dentro do rio tomou a inundação da agua a direcção que lhe derão as praias, e enseadas. Mas observou-se

que

que em todas o mar fugio, e em todas cresceo; e que onde era mais espraiado, foi maior a retirada, e mais avante chegou a inundação das aguas (1). Isto he o que entendo nesta materia. Quem se não agradar deste discurso, não o abrace, que me não faz injúria: cada qual siga o que melhor lhe parecer.

Eug. A mim parece-me mui natural; porém Silvio ha de dizer que isto he paixão. Dizei-me: E poderemos ter alguns indicios antes dos Terremotos, ou no ar, ou nas nuvens, pelos quaes nos acautelemos?

Theod. Nenhum acho, que mereça séria attenção; e o que me desenganou de todo a perder o credito de alguns Authores, que os dão, foi conhecer por experiencia que temos tido terremotos com toda a casta de tempos. O Terremoto do ultimo de Março de 61 foi geral em todo Portugal; e n'umas partes estava o tempo sereno, n'outras houve vento grande, n'outras chuva, n'outras trovoada. Pelo que assento, que não merecem

(1) Confirma isto o que me disse em Baiona de França Mr. *Colonq* Capitão de Navios, que estando na *Martinica*, ou alguma das *Antilhas*, observára nesse dia que a agua subira em todas as ilhas só nas faces que olhavão para a Europa, e por modo nenhum na face occidental: ainda que a face occidental de humas ficasse mais perto que a oriental de outras: e a razão era o balanço da agua, que hia da Europa, e só achava resistencia na face das ilhas que olhavão para a Europa.

cem attenção nenhuma as escrupulosas observações de muitos. Mas deixemos já esta materia, que para nós he melancolica. Subamos hum pouco para sima.

§. IV.

Dos Vapores, e Nuvens.

Silv. E Aonde quereis ir dar comnosco?
Theod. Visitar a região das Nuvens, sem perigo de sermos precipitados. Todo este globo da Terra (que he huma collecção de sólidos e fluidos de innumeraveis especies) está continuamente exhalando de si vapores; não só por causa da fermentação, que huns fazem com outros, mas tambem por causa do Sol, por causa da corrupção, &c. Donde se póde inferir que os vapores, que sobem da Terra e se diffundem pelo ar, são de diversissimas especies; porém todos elles sobem para sima; e isto não póde ser senão por serem mais leves que o ar. Quando tratei do pezo dos liquidos, e do ar, vos disse o que basta para saberdes como sobem os vapores, sendo em si pezados. Alguns lembravão-se que podião subir attrahidos pelo Sol; porém não advertírão que ao Sol posto, estando o Sol no Horizonte, os vapores sobem a prumo para sima, devendo ir então para a ilharga, se a attracção do Sol fosse a causa delles subirem.

Silv.

Silv. Supposto o que dissestes, não se póde duvidar que subão por serem mais leves que o ar; e creio que por isso vão subindo até certa altura, parando huns mais abaixo, e outros mais assima, porque hão de subir até se equilibrarem com o ar; e como o ar quanto mais para sima, mais leve he; tambem os vapores, que forem mais leves, hão de subir mais assima, e os mais pezados ficaráõ mais em baixo.

Theod. A difficuldade, amigo Silvio, está em explicar como sendo os vapores partes de agua e materias pezadas, se podem fazer mais leves que o ar. Direi em poucas palavras o que tenho lido, que mais verisimilhança tenha. Dizem que os vapores da agua são humas bolhas minimas, ocas por dentro, como as bolhas da espuma: assim o mostra a experiencia; se mettermos hum raio do Sol n'uma casa escura, e pondo debaixo hum vaso de agua quente, observarmos com o Microscopio o vapor que atravessa o raio do Sol, porque claramente se vem as bolhas de agua ir voando pelo ar (1). Além disso, se estas particulas da agua não tiverem esta figura, he impossivel que possão ficar mais leves que o ar, e do mesmo modo que as bolhas de sabão são particulas de agua, que levão comsigo particulas de outras materias, que lhes dão a viscosidade que ellas tem; assim devemos julgar das par-

(1) Derham Dem. da Essenc. e attributos de Deos lib. 2. cap. 4. Anot. 2.

particulas do vapor: e já temos como, ainda das materias mais pezadas, podem muitas particulas ser levantadas até ás nuvens.

Eug. E essas bolhas de agua, que fórmão os vapores, estão vasias, ou de que materia estão cheias?

Theod. Este he o trabalho: dizer que estão vasias, não póde ser; porque então a força da compressão do ar externo as opprimiria, e desfaria: logo estão cheias. Mas de que materia? ar não póde ser, porque então não ficava essa bolha mais leve que o ar: pois huma bolha formada de agua e ar, não póde ser mais leve que outra igual só de ar; e nós vemos que as particulas de vapor são mais leves que as do ar.

Silv. Será o ar mais rarefeito.

Theod. E quem o prohibe a que torne á sua condensação natural, estando de toda a parte rodeado de ar, que péza?

Silv. Estarão cheias de materia subtil.

Theod. Se he a que admittem todos, e que traspassa todos os corpos, como póde conservar cheia essa bolha de vapor, e resistir a que com a força exterior do ar que a comprime se não desfaça? Nós vemos que huma bexiga furada não sustenta o ar dentro, se com a mão a opprimimos: logo dando todos os corpos passagem franca a essa materia subtil, como podem conservar-se as bolhas de vapor, não tendo dentro de si outra cousa, e estando em redondo opprimidas do pezo do ar?

Silv.

Silv. O caso he mais difficil do que eu cuidava.

Theod. Pouco ha que vos disse (1) a incrivel força elastica do vapor quente, muito maior que a do ar, e que a da polvora. D'aqui se infere que *ha hum fluido summamente elastico, que não he ar, nem a materia subtil dos Gasendianos, a qual penetra todos os corpos.* Esta consequencia he innegavel, supposto o que fica dito: e como esta materia elastica não tem ainda nome proprio, nós a nomeamos com o nome geral de *Fluido elastico.* Muitas experiencias, que traz o Gravesande (2) convencem a existencia deste fluido; e eis-aqui a materia que, quanto a mim, póde encher as bolhas do vapor, e de tal fórma dilatallas, que fique esse volume mais leve, que igual volume de agua.

Silv. Muito mais leve ha de ser que o ar esse *Fluido elastico*; porém isso não admira tanto, como a sua grande elasticidade.

Theod. Quando fallarmos dos ventos, vereis o para que Deos lhes deo essa virtude. Fallemos agora das Nuvens; porém já vedes que as nuvens não são outra cousa mais que os vapores. O mesmo vapor, em quanto he tão grosso que apenas se póde levantar da Terra, chama-se nevoa, e nos não deixa ver os objectos que estão mui pouco distantes; chega porém o Sol, e

(1) Pag. 438.

(2) Elem. Mat. num. 2118.

vai-o fazendo mais leve, porque rarefaz as particulas de vapor, e sóbe mais; se o vento o dissipa, fica invisivel; mas se se vai ajuntando, he huma nuvem, que nos tira a vista do Sol.

Eug. Já eu fazendo jornada por montes mui altos, ás vezes via cá debaixo que as nuvens embaraçavão os cumes dos montes; mas caminhando para sima me achava com huma nevoa, semelhante a esta que achamos ás vezes pela manhã nos valles.

Theod. Nós dentro da nuvem ou nevoa ainda vemos alguns objectos mui proximos; mas fóra della, não podemos ver os objectos que nos ficão da outra parte; por isso levantadas no ar nos parecem mais espeças, do que a nevoa, sendo na realidade mais raras. No que toca ás suas cores, haveis de saber que nascem da diversa posição em que recebem, e reflectem os raios do Sol; e tambem procedem das particulas que levão comsigo os vapores; que por isso humas nuvens dão de si chuvas, outras ventos, outras trovoadas: expliquemos cada huma destas cousas separadamente.

§. V.

§. V.

Das Chuvas, Ventos, Relampagos, Trovões, e Raios.

Eug. ROgo-vos não vos apresseis; porque não se me dá que se prolongue esta ultima conferencia até mui tarde.

Theod. Não faltarei ao preciso. A chuva não he outra cousa, senão as particulas do vapor desfeitas, e juntas humas com outras. Vedes vós como a espuma de sabão desfazendo-se faz hum fluido, ao mesmo tempo que a espuma tinha sua consistencia? pois assim são as particulas de vapor: em quanto se conservão na fórma de bolhas, tem sua tal ou qual consistencia; mas se se ajuntão humas com outras e desfazem, fórmão huma pinga de agua fluida, e cahe para baixo; e muitas destas pingas cahindo a hum tempo, he que tem o nome de *chuva.* Cada huma destas pingas cahindo pelo ar, traz comsigo as particulas de vapor que encontra; e d'aqui seguem-se duas cousas bem dignas de se advertirem. A primeira he, que de verão, como as nuvens andão mais altas, quando a pinga de agua vem cahindo encontra mais particulas de vapor, e chega abaixo mais encorpada; por isso são as pingas muito maiores regularmente fallando, que de inverno. A segunda he,

que, depois de chover, se levanta o tempo, fica o ar muito mais claro, porque ficou lavado e sem tantos vapores; e por isso os dias claros de inverno são muito mais alegres que os de verão.

Eug. Eu creio que os vapores subindo se convertem em chuva, do mesmo modo que na tampa de huma tigela, o vapor do caldo que vem subindo, se fórma em pequenas gottas, as quaes se vem na parte interior da tampa, quando a descubrimos.

Theod. Dizeis bem; e he esse exemplo bem vulgar, e bem claro. Vamos agora a explicar a chuva de pedra e de neve. Se o frio he tão forte, que quando as pingas de agua vem cahindo as congela, chove pedra, que não he outra cousa senão agua congelada; porém se o frio congela os vapores antes de se formarem em gottas grandes de agua, temos flocos de neve, que não he outra cousa senão o vapor congelado. Nem he preciso que o frio seja cá junto á Terra, basta que seja naquella altura em que está o vapor, ou em que vem as pingas de agua, que se hão de congelar. Aqui pouco mais ha que se saiba; vamos agora aos ventos, que merecem mais attenção. A sua multiplicidade, e nomes pertencem aos Pilotos. Basta-nos a nós o saber que se contão 32. Os principaes são 4, *Norte*, e *Sul*, *E'ste*, a que tambem se chama *Léste*, e *Ouéste*. O intervallo, que ha entre estes

qua-

quatro pontos do Horizonte, se divide pelo meio, e dá outros 4 pontos, lugar de outros tantos ventos, que são *Nordéste*, *Sudéste*, *Sudouéste*, e *Norouéste*, formando os nomes dos dous ventos principaes entre que ficão; v. g. *Nord-Este* he o que fica entre o *Norte*, e *Este*. Assim mesmo dividindo estes 8 intervallos ao meio, se fórma o lugar para outros 8 ventos, que tomão o nome dos dous, entre que ficão; sendo primeiro no nome o mais principal; v. g. *Nord-nordéste* he o que fica entre o *Norte*, e o *Nordéste*. Deste mesmo modo dividem estes 16 intervallos, e fórmão outros 16 ventos; e chamão-lhes *quartos*. E assim o que fica entre o *Norte*, e o *Nord-nordéste* chamão-lhe *Nort-quarto ao Nord-nordéste*; e assim dos mais. Isto pouco vos importa. Agora o que mais vos interessa he dar a causa dos ventos. Já sabeis que vento he huma agitação do ar; e d'aqui se infere que, tudo o que póde agitar o ar e pollo em movimento, póde causar os ventos.

Eug. Sendo assim muitas causas tem os ventos.

Theod. Dizeis bem; eu as vou apontando. Primeiramente o Sol he a causa daquelle vento *Léste*, que sempre ha na Zona Torrida. A razão he; porque o Sol rarefaz com o calor o ar que lhe fica a prumo; e como continuamente se move para Poente, este mesmo ar, que ha pouco estava mui

ra-

rarefeito, agora se acha mais frio, e occupa menos campo: por tanto deve vir do Nascente o ar vizinho a estender-se pelo espaço que este deixa condensando-se; e como o Sol continúa a mover-se sempre para Poente, tambem o ar o vai acompanhando. Os Copernicanos dizem que procede este vento da Terra se revolver em 24 horas sobre o seu eixo para o Nascente; e por isso a mesma porção de ar deve successivamente ir passando por varias regiões; assim como, quando hum barco vai para o Nascente, a agua corre ao longo da embarcação para o Poente.

Silv. Se fosse verdadeiro o fundamento, eu de boa vontade admittiria o discurso.

Theod. Tambem póde o Sol excitar os ventos derretendo as neves, ou fazendo resolver os vapores. Já sabeis (1) a grande força dos vapores quando se resolvem: logo se o Sol resolver os vapores, ou seja derretendo as neves, ou fazendo evaporar a agua, ou aquecendo os mesmos vapores que nadão no ar, já temos vento. Eis-aqui porque de verão reinão os ventos Nortes; porque, chegando-se o Sol para esse pólo, póde resolver muitas neves em vapores e excitar ventos: d'aqui nasce que de ordinario pela madrugada ha huma viração fresca do Nascente, e á tarde do Poente; porque o Sol avizinhando-se mais a huma parte que á outra, excita os vapo-

(1) Pag. 438.

pores que nella estão, e os resolve, e agita o ar.

Silv. A Lua tenho eu observado que tem particular connexão com os ventos; porque muitas vezes parão ao pôr da Lua, outras vezes então começão.

Theod. Isso mesmo se observa no Sol; e ha grande diversidade nisso em diversos paizes, que tenho andado. Porém dir-vos-hei o como isso póde ser. Já vos tenho dito como o Sol e a Lua causão movimentos nas aguas, fazendo as marés; e parece-me que quem póde mover as aguas, póde mover o ar, pela mesma razão. Advirto porém que a mesma attracção do Sol ou Lua, que, estando o ar quieto, o faria mover para o Poente v. g., se elle estiver movido para o Nascente, o retardará hum pouco, e servirá a attracção do Astro para serenar o vento que havia para a parte contraria; quando porém se ajuntar a attracção de qualquer destes Astros com outra causa de vento, farão hum vento forte. Porém os ventos rijos, e como de tempestades, havemos de crer que procedem da dilatação dos vapores ou nas concavidades da terra, ou nas nuvens. Quanto ás cavernas da Terra, refere Musckembrock e outros, que de algumas sahe vento tão forte, que, lançando-lhe os vestidos, ou corpos semelhantes, não podem descer; antes o vento os impelle para fóra: e com effeito havendo nas concavidades da terra

agua,

agua, que com o fogo subterraneo, ou qualquer fermentação se resolva em vapores, sahindo estes com violencia pelas gretas da Terra, forçosamente devem excitar vento. Nós temos huma Máquina, que chamão *Eolipila*, que imita bem hum fortissimo vento, e prova este discurso. Eu vo-la mostro, e faço experiencia diante de vós, que de industria a tinha mandado preparar e pôr prompta (*Estamp.* 5. *fig.* 4.). Ahi tendes huma *Eolipila* sobre o seu fogareiro de brazas; logo vereis hum vento fortissimo, como de muitos fóles de ferreiro, se juntos soprassem a hum tempo. Entretanto vos direi a fabrica que tem, que não he mais que a que se vê. A bocca, que fica no bico, deve ser mui estreita; e o modo de se lhe lançar agua dentro he digno de se saber. Mandei pôr a *Eolipila* vasia sobre o lume, o ar interior rarefeito havia de sahir em grande parte: mandei que subitamente a mettessem toda dentro da agua fria: condensado com o frio o ar interior, se devia reduzir a muito menor espaço; e por causa do pezo do ar externo, que opprimia a agua, havia de ver-se obrigada a entrar pela bocca da *Eolipila*, occupando deste modo o campo que deixára o ar interno, quando se reduzia á densidade ordinaria.

Est. 5. fig. 4.

Eug. Eis-ahi sopra já o vento.

Silv. E cada vez he mais forte.

Theod. Eu digo a razão. Aquecendo a agua in-

interior, resolve-se em vapor; o vapor quente sahe com força; e como o bico he recurvado, cahe o sopro nas brazas, e faz o mesmo que os folles de ferreiro. Aparai na mão o sopro, e vereis que fica orvalhada com borrifos de agua.

Eug. Assim he: quem havia de dizer que esta agua havia de accender as brazas com tanta actividade!

Theod. Logo se n'uma caverna da Terra houvesse agua, e fosse obrigada a resolver-se em vapor, e sahir pelas fendas com impeto, ahi tinhamos vento fortissimo.

Silv. Não o podemos negar. Estou pasmado vendo a furia do vento, que sahe da Eolipila.

Theod. Vamos agora ao vento, que se gera nas nuvens, e he mui ordinario. Duas exhalações, que separadamente são mui quietas (deixai-me fallar assim) se chegão a misturar-se, muitas vezes são de tal natureza, que fermentão, fazem grande bulha, e as particulas proporcionadas se resolvem em vapor: este vapor resolvendo-se com força, perturba o equilibrio do ar, e move-se com impeto todo o ar; assim como n'um tanque de agua, se a perturbamos n'uma parte, começa a desinquietar-se com ondas, e fica mui perturbada: assim succede no ar. Eis-aqui de que procedem pela maior parte os ventos de rajadas, que não tem constancia, porque depende das fermentações que nas nuvens se estão formando-

mando a cada passo. E aqui tendes a origem tambem das trovoadas. Eu nas trovoadas distingo tres cousas, que quero explicar separadamente; que vem a ser, Relampago, Trovão, e Raio: tudo procede de fermentação, que fazem as exhalações humas com outras. Vós não podeis negar que esta terra, e todos quantos corpos nella ha, estão continuamente exhalando particulas da propria substancia, as quaes se espalhão pelo ar; de sorte, que não haverá em toda a Terra corpo algum, cujas particulas, em maior ou menor quantidade, as não tenhamos no ar. E quando se ajuntarem exhalações inimigas, quem póde prohibir a que fermentem e se accendão? Por isso de Verão ha mais trovoadas, que de Inverno; porque com o maior calor os corpos solidos se seccão mais, e exhalão mais particulas: eis-aqui porque as nuvens mui escuras, e particularmente se he depois de grandes calmas, dão de si trovoadas. Isto posto: o Relampago, que he huma luz subita, que se accende nas nuvens, como a que cá embaixo se accende na polvora solta, fórma-se de vapores pela maior parte de enxofre. O cheiro de enxofre, que se diffunde pelo ar no tempo das trovoadas, assás o prova; e tambem o sabermos que não ha materia de mais facil inflammação, do que o enxofre: nem a polvora se inflamma senão por causa do enxofre que leva. Agora o estampido procede do sali-

tre;

tre ; e eis-aqui porque não haverão Trovões, se as nuvens entre outras exhalações não tiverem algumas de salitre, ou materia semelhante, que possa mui prompta dilatação, quando se inflammar.

Silv. Mas a polvora ainda que leve salitre, senão está apertada, não dá estouro ; e eu não vejo como nas nuvens possão estar opprimidas essas particulas de salitre.

Theod. He verdade o que dizeis ; porém muitas cousas ha que inflammando-se, ainda que não estejão apertadas, dão hum grande estouro. Musckembrock (1) traz hum catalogo destes corpos. Tal he o ouro fulminante : o ouro pimenta com salitre e sal tartaro : tambem o antimonio diaforetico com sabão negro : o pó fulminante : o ferro dissolvido em agua regia, e misturado com sal tartaro ; e o chumbo dissolvido no espirito de nitro. Toda a vez que houver huma mui subita e prompta dilatação de alguma materia, o ar subitamente ha de ser commovido, e com impeto ; e ahi temos o estrondo do Trovão. Nem o estouro da polvora atacada he tão grande, senão porque se faz repentina a dilatação da materia, a qual, senão estivesse apertada, seria mais successiva. Tambem concorre para o estrondo do Trovão a reflexão do som nos montes, e talvez nas mesmas nuvens : por isso as trovoadas nos valles são horrorosas, porque qualquer Trovão reflecte nos mon-

(1) Elem. Phys. §. 1341.

montes de huma e outra parte, e faz hum estrondo mui comprido e continuado.

Eug. Mas se o estrondo do Trovão procede dessa materia acceza, porque tarda tanto o Trovão depois do relampago?

Theod. Já vos disse fallando do som (1) que isso procedia de que a luz espalha-se n'um momento, e o som mais de vagar; e que por esta razão, quando disparão huma peça na torre do Bugio, muito depois de vermos fuzilar, he que ouvimos o tiro.

Eug. Tendes razão; e agora advirto que por essa demora se póde saber quanto dista de nós a nuvem da trovoada; porque me dissestes que em cada minuto segundo corria o som 324 varas.

Silv. Louvo a memoria, e vos dou licença para estar com essas observações no tempo de trovoadas: eu não me offereço para ellas, porque me póde hum raio atalhar a observação.

Theod. Eu tambem a não farei: posto que confesso que quando chega o Trovão já não ha perigo de raio, porque este he mais prompto em caminhar do que o estrondo.

Eug. E de que se fórma a pedra do raio, ou como póde lá gerar-se nas nuvens?

Theod. Que pedra de raio! tambem credes em velhas?

Silv. Sempre ouvi dizer, e o traz Avicena, que os raios trazião pedra; e me tem mostrado algumas, que eu vi com meus olhos.

Theod.

(1) Tom. II. Tarde VII. §. I.

Theod. E vistes vós com vossos olhos certidão authentica appensa a essas pedras, por onde constasse que tinhão cahido das nuvens em fórma de raio?

Silv. Não; mas dizião todos que se achavão nos lugares, em que tinhão cahido raios.

Theod. E tambem dizião, que se enterravão sete braças; e que cada anno subião para sima huma braça? Tomára saber quem teve a curiosidade, quando cahia o raio, de ir notar o lugar certo em que elle cahio, sem lhe errar hum palmo: quem lhe poz signal nesse lugar, para não perder a memoria delle em sete annos? quem medio a profundeza, aonde penetrava essa fingida pedra? quem conservou esse terreno que não bullissem nelle, para não virem para ahi pedras de outra parte? e quem tinha tirado inquirição desse mesmo lugar, para ter certeza que antes de cahir o raio não havia lá essa pedra? ultimamente quem no fim dos sete annos a esperou tanto que acabasse de sahir da terra, para que não succedesse casualmente mover-se para outro lugar, onde não tivesse cahido raio? Qualquer destas circumstancias que falte, já não podião passar em boa consciencia a certidão, que essa pedra era pedra de raio. Accresce, que para se crer esta fabula, era preciso que se observasse isto não huma só vez, mas muitas para fazer regra geral. Amigo Silvio, não deis credito a contos de velhas.

Silv. Pois então que vem a ser o raio?

Theod. O raio não he outra cousa, senão huma chamma summamente activa, que se accende pela inflammação dos vapores de enxofre, salitre, e outras materias semelhantes, e discorre pelo ar com velocidade incrivel. O caminho, que segue o raio, nem sempre he direito, quebra no meio da carreira, troce, volta atrás, torna a proseguir, e faz mil giros n'um momento: e d'aqui mesmo se infere com evidencia que não he pedra abrazada, pois vindo despedida com tanto impeto, era impossivel que sem dar em obstaculo, que a fizesse retroceder, voltasse o caminho, e no ar livre tomasse mil direcções differentes.

Eug. Pois quem dá a determinação ao raio, para seguir mais esta linha, do que outra?

Theod. A exhalação betuminosa, que se levanta da terra, em cuja materia prende a chamma do raio, ás vezes deixa hum como rastilho, que vai pelo ar fazendo varios giros; e assim como n'um rastilho de polvora, a chamma segue a mesma direcção do rastilho, deste mesmo modo faz a chamma do raio. Já vós tereis visto que, fumegando o pavio de huma véla, se chegarmos huma chamma ao fumo que vai subindo, desce n'um momento a chamma ateando-se pelo fumo abaixo, e vem prender no pavio que fumegava, e torna a accender-se a véla: pois não de outro modo o fogo, que se ateou nas nuvens, pela fermentação que houve nas exhalações da ter-

ra,

ra, se acha algum rastilho desta exhalação, péga por elle adiante, e vai dando tantas voltas, quantas o rastilho dava. Eis-aqui porque huns raios sobem para sima, outros vem para baixo; huns correm horizontalmente, outros vão em voltas. O Marquez Scipião Maffei quer que todos os raios se formem perto da superficie da Terra, e que não caião das nuvens. Mas ha de nos dar licença para o deixarmos só, que não faltão testemunhas de vista do contrario; pois em trovoadas grandes, se de lugar eminente olhamos para os Horizontes, vemos a cada passo cahir os raios do modo que tenho dito. Não duvido que ás vezes se atee a materia cá em baixo, e pegue para sima, ou para onde tiver direcção; porém de ordinario he o raio filho do relampago, que claramente vemos se atea nas nuvens, testificando tambem os ouvidos pela demora do Trovão, a distancia da inflammação da materia. Supposto isto, bem se vê que com o vento se affugentão os raios; porque o vento he bastante para mover o rastilho da exhalação betuminosa, em que a chamma se atea, e não convem fugir dos raios, especialmente tendo vestidos grandes; pois o movimento faz que o ar venha a occupar o lugar que deixamos, e isto basta a trazer comsigo o raio, assim como basta para levar os foguetes accezos atrás dos que delles fogem, que por isso lhe chamão *buscapés*.

Eug.

Eug. Eu já tinha ouvido dizer que era melhor abanallos, do que fugir-lhes. E que me dizeis aos effeitos admiraveis dos raios?

Theod. Contão-ſe tantos, e tão paſmoſos, que podemos duvidar de muitos: eu acho em alguns Authores effeitos encontrados. Quando tratar da Electricidade, darei outra explicação melhor deſtes effeitos (1).

§. VI.

Do Arco Iris, e da Aurora Boreal.

Eug. E Que materia he?

Theod. O Arco Iris: com effeito ſabe-ſe delle tudo o que ſe póde deſejar, que não ſuccede iſto em muitas couſas. No Arco Iris ſete cores ſe podem diſtinguir, que são as ſete cores principaes e ſingelas, de que fallámos, quando tratámos das cores (2); e são pela ſua ordem vermelho, côr de ouro, amarello, verde, azul, gredeleim, e roxo; porém as mais perceptiveis naquella diſtancia são vermelho, amarello, verde, e azul, confundindo-ſe a cor de ouro com o amarello, e o gredeleim com o azul, o roxo he mui debil. Quando ſe vem dous arcos celeſtes, as cores do arco inferior

são

(1) Tom. III. de Cartas.

(2) Tom. II. Tarde VI. §. III.

são mais vivas; e por isso se chama *Iris primario*; o arco superior he *Iris secundario*, ou mais fraco. Tambem observareis que no arco inferior as côres de tal modo estão dispostas, que o vermelho fica em sima, o azul em baixo, e no arco superior ás avessas: logo darei a razão disto. Vamos agora a huma experiencia. Mas deixaime com o lapis descrever huma figura (*Estamp. 5. fig. 7.*). Tomemos dous globos de vidro como estes A, B, estando cheos de agua, de tal modo os poço pendurar ao Sol, que nelles vejamos as cores do arco Iris. Se pendurar este globo B de tal sorte, que o raio, que do Sol vai até o globo, e o raio visual que dos meus olhos vai ao mesmo globo (não attendendo ás refracções) fação hum angulo de 40 gráos e 17 minutos até 42 gráos e 2 minutos, vereis as cores do Iris primario; e se puzermos mais alto o globo A, de sorte que fação o raio do Sol, e o visual hum angulo de 50 gráos e 58 minutos até 54 e 7 minutos, se tornão a ver as mesmas cores já mais remissas. Aqui na estampa he facil de dar a razão deste effeito. Vamos ao globo inferior B. O raio do Sol *g r* entrando no globo cheio de agua, quebra para dentro; e batendo na superficie interior, reflecte; e quando vai a sahir para fóra, torna a quebrar, e vem ter aos olhos *m*. Esta segunda refracção não desmancha o que fez a primeira, porque he para a mes-

Est. 5. fig. 7.

ma parte ; e por esta razão o raio do Sol se deve repartir em 7 raios corados , como já vos disse (1) , e se devem espalhar entre si ; ficando mais para sima o raio roxo ou azul *n u* , porque quebra mais ; e em baixo o raio vermelho *c t* , que quebra menos. Mas como os raios se espalhão, não podem todos entrar a hum tempo nos olhos *m* , e assim he preciso mover a cabeça debaixo para sima , por pequeno espaço , para receber nos olhos successivamente as cores , em que se divide o raio do Sol. Eis-aqui porque não determinei ao justo o angulo, que devia fazer o raio do Sol com o raio visual ; porque os raios de cores diversas fazem diversos angulos , mas todos se comprehendem nos limites que disse.

Silv. O mesmo supponho eu que succede no globo superior A.

Theod. Succede o mesmo , mas com sua diversidade ; porque como vedes , o raio *r e* entra por baixo , e quebra ; d'ahi reflecte duas vezes dentro do globo , e sahe pela parte de sima , tambem quebrando na sahida , e como quebra duas vezes , tambem se reparte em raios de côr , que vem ter aos olhos *m* ; e já d'aqui consta que este angulo *f* , que faz o raio do Sol com o raio visual , he muito maior que cá em baixo o angulo *o*. Tambem se vê a causa de serem estas cores mais fracas , porque os raios tiverão duas reflexões ; e no globo B

(1) Tom. II. Tarde VI. §. III.

B só tiverão huma. Pela mesma razão de diversa refrangibilidade dos raios, o roxo ha de vir mais para baixo, e o vermelho menos. Aqui tendes ja a razão de apparecerem as cores com a ordem invertida n'um, e n'outro globo; pois no globo B, como os raios quebrão para sima, o raio roxo *n u* vai ter mais assima do que o vermelho *c t*: pelo contrario no globo A, como os raios quebrão para baixo, vem ter o roxo *e u* mais abaixo que o vermelho *f i*. Isto que temos dito dos globos de vidro cheios de agua, se applica ás pingas de agua que vem cahindo pelo ar; pois cada huma dellas he hum globosinho de agua; e os raios do Sol entrão, quebrão, e reflectem do mesmo modo que nos globos de vidro; e aqui vos apparece de repente a razão de todas as circumstancias do Iris. Vede estoutra estampa (*Estamp.* 5. *fig.* 8.) em que se pintão as pingas de agua muito mais grossas, que as outras, para se poder delinear o caminho dos raios dentro de cada huma dellas. Ja agora sabeis porque ha deus arcos Iris; porque tambem só em duas alturas certas mostrão os globos de vidro as cores: vedes tambem porque as cores do arco superior hão de ser mais fracas; e ultimamente porque as cores hão de apparecer com a ordem trocada n'um, e n'outro Iris.

Est. 5. fig. 8.

Silv. Tenho contra isso, que quando chove, por todo aquelle espaço se devião ver as cores em humas cintas direitas, córando-

se os raios em todas as pingas que ficavão na mesma altura; e nós vemos que as cores sempre apparecem em arco.

Theod. Assim deve ser; e reparareis que o centro do tal arco, se o considerardes fechado em perfeito circulo, tanto deve andar mais baixo, quanto o Sol está mais alto; porque devem ficar na mesma linha o centro do Iris, o centro do Sol, e no meio a pupila dos olhos de quem observa o Iris. De sorte, que, se o Sol estiver quasi pondo-se no Horizonte, o arco apparecerá mui levantado, e veremos meio circulo perfeito, ficando tambem no Horizonte o centro de todo o Iris, se o considerarmos completo; e advirto que não póde apparecer então o Iris, senão para o Nascente. Eis-aqui porque nunca se vê Iris, senão para a parte opposta ao Sol; de manhã ha de apparecer para o Poente, de tarde para o Nascente, ao meio dia para o Norte, porque então nos fica sempre o Sol para o Sul; e nessas horas ha de ser o arco mui baixinho; porque tanto deve ficar o seu centro abaixo do Horizonte, quanto o centro do Sol fica assima delle.

Eug. E qual he a razão de ser preciso que fique o centro do Sol, o centro do arco, e os olhos na mesma linha?

Theod. He preciso para que os raios do Sol fação com os raios visuaes o mesmo angulo. Como o Sol he redondo, redondo deve ser o Iris; porque só podemos perce-

ce-

ceber as cores naquellas pingas, onde os raios da vista, e os do Sol fizerem o determinado angulo que disse. Deixai-me formar hum desenho (*Estamp.* 5. *fig.* 6.). Este circulo em sima A B C, supponhamos que he o Sol, e que as linhas de pontinhos são os seus raios. Supponhamos que *a* he o sitio, em que estão os olhos, e que os riscos que de *a* vão ter a *m n o p q ſ r* são os raios visuaes. Ficando os olhos *a* bem a prumo sobre o centro do circulo inferior *m o q*, necessariamente os raios visuaes hão de fazer em toda a circumferencia o mesmo angulo com os raios do Sol (1); e por boa consequencia se infere, que em nenhuma outra parte fóra deste circulo *m o q* podem os raios do Sol fazer com os visuaes este determinado angulo; porque se se ajuntarem do circulo pa-

Est. 5. fig. 6.

(1) Demonstra-se: porque sendo a pyramide conica *a m n p q* huma conica recta, de qualquer modo que se corte centralmente, ficão triangulos issosceles semelhantes: logo os lados farão com as bases angulos iguaes: logo os complementos externos desses angulos, para igualarem os angulos rectos, serão iguaes: e como os raios do Sol cahindo a prumo sobre a base da pyramide fazem angulos rectos, segue-se que em redondo são iguaes os angulos da superficie da pyramide com a superficie do cylindro; ou, que he o mesmo, são iguaes os angulos dos raios visuaes com os do Sol.

para dentro, será o angulo mais agudo; e se for do circulo para fóra, será mais obtuso. Ora ponde, Silvio, huma regoa direita no chão, e vereis que só dous pontos della tocarão neste circulo, o restante ficará dentro ou fóra: logo só em dous pontos dessa regoa podereis conseguir que os raios visuaes façáo com os do Sol o desejado angulo. Voltai agora a figura, de sorte que os raios do Sol váo horizontaes, e fazei que chova por todo o sitio que occupa o circulo *m o q*: conservai os olhos no seu lugar *a*, por linha recta entre o centro do Sol, e do circulo opposto; e conhecereis claramente como só na circumferencia do dito circulo se acha o angulo desejado entre os raios do Sol, e os visuaes. Nas pingas, que cahem por dentro do circulo, he o angulo menor, nas que ficáo fóra do circulo he maior do que devia ser. E agora conhecereis o motivo, por que, estando o Sol mais alto, abaixa o Iris, e sempre apparece para a parte opposta.

Eug. Agora advirto eu na razáo de huma experiencia, que ha annos me fizestes, quando, pondo-nos com as costas para o Sol, borrifastes com agua; e vimos nos borrifos, que vinháo cahindo pelo ar, as cores do Iris.

Theod. He a mesma: e aqui tendes a razáo de alguns circulos luminosos que apparecem ás vezes a roda da Lua, ou tambem

do

do Sol, quando o ar está cheio de vapores: ás vezes os taes circulos tem suas cores do Iris, posto que nos da Lua são as cores mui fracas. Como os raios atravessando as gottas de agua, ou vapor, podem quebrar de modo que se corem, hão de fazer ahi o mesmo que no Iris.

Silv. Já tenho visto muitas vezes esses circulos á roda da Lua; e como a sua luz he mais fraca, necessariamente hão de ser as cores mais remissas.

Theod. Por ultimo rematarei a conferencia com explicar a *Aurora Boreal*, que julgo ser preciso, não só para complemento da vossa Instrucção, mas para socegar sustos em tempos calamitosos. Pois os terremotos, que temos padecido, fazem ter por funestos todos os meteoros, ainda os mais innocentes. *Aurora Boreal* (1) he huma luz, que apparece sempre para a parte do Norte, e algumas vezes he huma nuvem branca, que algum tanto luz; outras vezes são avermelhadas, outras vezes são negras, mas da borda superior de quando em quando lanção huns raios luminosos, aos quaes vão succedendo outros de fumo, e se lhes seguem outros luminosos: ás vezes sahem humas columnas lucidas; porém não costumão ter movimento tão rapido como os raios luminosos que disse. Quando succede encontrarem-se no Ceo duas destas columnas, no encruzamento fórmão huma nuvem

(1) Mufckembrock Elem. Phyf. §. 1315.

vem espessa, que, passado pouco tempo, começa a brilhar. Esta luz, tanto das columnas, como dos raios, ás vezes he branca, outras vermelha, outras azul; o que causa grande terror nos ignorantes, e grande divertimento nos que sabem de que isto procede. De ordinario estas nuvens, depois de terem ardido, se fazem brancas, por terem consumido a materia betuminosa, que as fazia escuras. A's vezes no Horizonte debaixo destas nuvens, que brilháo, foráo vistos huns globos de fogo, como observou huma vez Zanoti, e outros. Para o Norte sáo muito mais frequentes as Auroras Boreaes, do que em Portugal. Maupertuis quando foi a Laponia para medir os gráos do Meridiano, testifica que as noites eráo summamente alegres pelas frequentes auroras boreaes. Pareciáo fógos de artificio.

Silv. Eu náo me havia de recrear muito com essa vista, porque sempre me parece que isso náo he bom.

Theod. Sáo humas fermentações mais mansas, que as dos relampagos, que se fórmáo nas nuvens. Assim como nós pela arte fazemos humas misturas, que ardem promptamente como os foguetes; e outras que ardem mais pacificamente, como v. g. os fósforos que estáo luzindo e ardendo mui mansamente, assim succede nas nuvens; por isso nem na côr, nem na direcçáo, nem nas mudanças ha regra certa, mais que aquellas que póde admittir a fermentaçáo.

Eug.

Eug. A diversidade das cores creio eu que procedem dos diversos materiaes, que se acháo nessas exhalações; assim como as diversas cores nos fógos de artificio procedem dos diversos materiaes, que lhes misturáo.

Theod. Dizeis bem.

Eug. E de que procedem humas como estrellas, que eu vejo cahir ás vezes pelo Ceo, e perderem-se de vista de repente?

Theod. Muita gente do vulgo cuida que eráo algumas das Estrellas quietas, que estaváo luzindo, e que depois cahiráo e se apagáráo. Porém na realidade náo sáo mais que porções de materia betuminosa, que fermentou, e ardeo, e pegou pelo rastilho adiante, e foi ardendo; acabou de arder, acabou de luzir, e desappareceo a chamma da Estrella. N'uma palavra, todas estas luzes, que apparecem no ar, sáo fermentações de materia, que se levanta com os vapores da terra, e arde; e conforme os movimentos e figuras que tem, merecêráo aos Filosofos nomes diversos. Aqui pouco ha que dizer. E parece-me que suspendamos por algum tempo as nossas conferencias Filosoficas.

Eug. Sou contente; e vos agradeço o trabalho que a meu respeito tomastes, dandome com as vossas instrucções luz para reflectir nas admiraveis obras da natureza; e a minha curiosidade me fará inquirir no que náo souber.

Theod. Este he o principal fruto dos estudos,

co-

conhecer a nossa ignorancia, e procurar remediala; porque nunca se cura o mal, quando se ignora. Não he tanta a utilidade, que tenho tirado desta applicação, no que sei, como no que conheço que não sei, que he muito mais sem comparação. Por este motivo não vos tratei da Magnete, nem na Máquina Eléctrica, hoje tão célebre entre os Filosofos: eu tenho huma e outra, e varios amigos se tem recreado comvosco em minha casa, vendo os seus admiraveis effeitos; mas eu não tenho genio de enganar. Disto (quanto a mim) pouco se sabe; conhecem-se certas leis ou regras que observão os seus effeitos; mas a querermos dar a razão delles, topa logo o juizo com difficuldades insuperaveis. Eu considero estas máquinas como hum tormento dos entendimentos, quando outros as olhão como divertimento dos sentidos. Mas a empreza que tomei, foi o instruir-vos suavemente, e não foi meramente o divertir-vos: para isso não faltarião amigos; e talvez que não tivesseis occasião tão commoda para vos instruir sem maiores estudos, do que aqui tivestes em minha casa. Huma utilidade sei que tendes já conseguido; e he a que eu tenho tirado, o conhecer muito mais a Grandeza de Deos, reparando mais miudamente no seu retrato que cá nos deixou, que são as creaturas; e por outra parte o fazer mais vivo conceito da nossa miseria, fraqueza, e ignorancia.

Es-

Estes dous paizes o da Grandeza de Deos em Poder, Sabedoria, Providencia; e em contraposição o da nossa vileza, ignorancia, e fraqueza, são incomprehensiveis, e já mais se lhe conheceráõ limites. Rogo-vos a hum e outro que forcejeis sempre a reflexionar sobre tudo o que se vos offerecer neste caminho da vida, que Deos alargue por muitos annos; porque quem com olhos de Filosofo olha para tudo, sempre estuda, sempre aprende, sempre recrea o seu entendimento, e sempre vai formando melhor conceito de Deos, que he o fim, para que nos foi dado o entendimento. Baste: e vamos a fallar em outras materias, que são precisas, antes que d'aqui vos aparteis; mas em tendo tempo opportuno, eu vos porei em algumas Cartas o que pertence á Magnete, e Electricidade, e materias novas, que ha pouco se tratárão, e eu vo-las remetterei pelo correio, quando houver tempo.

FIM DO TOMO VI.

INDEX

DAS COUSAS MAIS NOTAVEIS, que se contém neste Tom. VI.

A

As-

At-

B

C

Con-

D

E

Co-

A

F

Sup-

G

H

par-

I

Mo-

K

L

He

Os

M

Dis-

New-

N

O

P

Náo

Q

R

S

Tem-

T

Ro-

Co-

V

Dil-

Z

INDEX

DOS LUGARES, EM QUE ſe explicão as figuras das Eſtampas ſeguintes.

Eſtampa primeira.

Eſtampa ſegunda.

Fi-

Estampa terceira.

Estampa quarta.

Estampa quinta.

Fi-

Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 6.
Fig. 4.
Fig. 5.
3 Aristarchus.
D Mare Nectaris.
H

Fig. 1.
h
n
L
r
m
T
S
A
m
n
Fig
2.
T
a
c
b
g
l
u
f
Fig. 3.
M
T
Fig. 4.
P
S
a
R
L
q
c
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 8
b
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12
☿ Mercur.
♀ Venus
♁ Terra
♂ Mart.
♃ Jupit.
♄ Saturn.
Fig. 13.

Fig. 1.
N
Z
E
E
Z
Fig. 2.
N
Z
E
T
H
H
Z
Fig. 3
Fig. 4
V
S
Fig. 7
Fig. 5
R
V
P
G
Fig. 6
R
g
P
T
Fig. 8
T

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.